Die Elektrizitätswirtschaft in Deutschland, eine volkswirtschaftlich - statistische Untersuchung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät

der

Johann-Wolfgang-Goethe-Universität zu Frankfurt a. M.

vorgelegt von

Erich Kolling

Dipl.-Ing.

Würzburg 1936

Buchdruckerei Richard Mayr

Referent: Professor Dr. jur. F. Zizek
Korreferent: Professor Dr.-Ing. A. Gramberg.

Tag der mündlichen Prüfung: 13. November 1935

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung:

1. Aufgabe und Gliederung der Untersuchung . . . 1
2. Grundsätzliche Charakterisierung der zur Verwendung kommenden Statistiken 2
3. Kurze Entstehungsgeschichte der Elektrizitätswirtschaft . 3

Hauptteil:

I. Abschnitt: Kraftquellen:

A. Art und Bedeutung der einzelnen Kraftquellen:
1. Stein- und Braunkohle 4
2. Torf 6
3. Oel und Gas 6
4. Wasserkraft 8
5. Windkraft 11
6. Energie der Weltmeere 11
7. Zusammenfassung 11

B. Die Bedeutung der einzelnen Kraftpuellen für die Stromerzeugung 13

II. Abschnitt: Kraftmaschinen.

A. Die Möglichkeiten der Kraftmaschinenverwendung bei der Stromerzeugung:
Vorbemerkung 14
1. Dampfmaschine und Dampfturbine 14
2. Wasserrad und Wasserturbine 15
3. Gasmaschine 15
4. Dieselmotor 16

B. Der heutige Stand der Kraftmaschinenverwendung bei der Stromerzeugung an Hand der Kraftmaschinenstatistik . . 16

III. Abschnitt: Kraftwerke.

A. Entwicklung:
1. in technischer Hinsicht 17
2. in wirtschaftlicher Hinsicht 18

B. Heutiger Stand der Organisation der Kraftwerke:
1. Vergleich von Eigenanlagen und öffentlichen Werken
a) Unterscheidung nach der Höhe der Stromerzeugung 20
b) Unterscheidung nach der Benutzung der verschiedenen Kraftquellen 21
c) Kraftquellennutzung in den einzelnen Großenklassen der Eigenanlagen und der öffentlichen Elektrizitätswerke 22
d) Ausnutzung von Eigenanlagen und öffentlichen Elektrizitätswerken 23
2. Bestimmung der Maschinensätze innerhalb der Elektrizitätswerke 24
3. Die Verbundwirtschaft 26

C. Heutiger Stand der Besitzverhältnisse innerhalb der Elektrizitätswirtschaft:
Vorbemerkung 28
1. Oeffentliche Werke 28
2. Eigenanlagen 29
3. Vergleich der Angaben der Deutschen Reichsstatistik und der Reichsverbandsstatistik 30
4. Die Sozialisierungsbestrebungen in der Elektrizitätswirtwirtschaft 31

IV. Abschnitt: Krafterzeugung, Außenverkehr und Kraftverbrauch
A. Krafterzeugung 33
B. Außenverkehr 37
1. Außenverkehr des Deutschen Reiches mit elektrischem Strom 37
2. Plan einer europäischen Elektrizitätswirtschaft . . 38
C. Kraftverbrauch:
1. Zusammenhang zwischen Stromerzeugung und Stromverbrauch 39
2. Stromverbrauch der Industrie 41
3. Stromverbrauch der an das öffentliche Leitungsnetz angeschlossenen Verbraucher 42
Tarife in der Elektrizitätswirtschaft 43

V. Abschnitt: Heutiger Stand der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland mit geographischer Unterteilung nach Versorgungsgebieten.
1. Süddeutschland 47
2. Mitteldeutschland 50
3. Westdeutschland 51
4. Norddeutschland 52
5. Ostdeutschland 54

VI. Kritik an einigen statistischen Feststellungen und einige Verbesserungsvorschläge.
1. Ausnutzung der installierten Maschinenleistung . . 55
2. Die Stromerzeugung der Monatsstatistik läßt nicht ohne weiteres auf einen konjunkturellen Fortschritt schließen 56

Schluß:
A. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse . . 58
B. Das Problem der Landesverteidigung insbesondere für die Elektrizitätswirtschaft 63

Verzeichnis der benutzten Literatur:

Bücher:

I. W. van Heys: „Deutschlands Elektrizitätswirtschaft", Dresden 1931.

Heinrich Büggeln: „Die Entwicklung der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft", Stuttgart 1930.

Dr. Oscar von Miller: „Gutachten über die Elektrizitätsversorgung", Berlin 1930.

Dr. Ernst Heißmann: „Die Reichselektrowerke", Sonderveröffentlichung des Spezialarchivs der deutschen Wirtschaft, Berlin 1931.

„Die Elektrizitätswirtschaft im Deutschen Reich", „Deutsche Elektrizitätskonzerne", herausgegeben vom Spezialarchiv der deutschen Wirtschaft, Berlin 1931.

„Die deutsche Elektrizitätswirtschaft", herausgegeben vom Reichsenquête-Ausschuß, 3. Unterausschuß, Berlin 1930.

„Aufbau und Entwicklungsmöglichkeiten der europäischen Elektrizitätswirtschaft", herausgegeben vom Bankhaus Schwarz, Goldschmidt u. Co., Berlin 1928.

„Die deutsche Elektrizitätsversorgung", herausgegeben vom deutschen Metallarbeiterverband, Stuttgart 1927.

„Geschichtstafeln der Elektrotechnik", herausgegeben von der Elektrotechnischen Gesellschaft, Berlin 1931.

Dissertationen:

Heinrich Weber: „Eine volkswirtschaftliche statistische Untersuchung der deutschen öffentlichen Elektrizitätsversorgung", Gießen 1927.

Hans Witte: „Die Konzentration in der deutschen Elektrizitätswirtschaft mit besonderer Berücksichtigung einer vollständigen Zentralisation der Stromverteilung in Deutschland", Berlin 1932.

Zeitschriften:

Elektrizitätswirtschaft, Zeitschrift des Reichsverbandes der Elektrizitätsversorgung (REV), Mitteilungsblatt der Reichsgruppe Energiewirtschaft und der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, Berlin.

Elektrotechnische Zeitschrift, Zentralblatt für Elektrotechnik, Berlin.

Technik und Wirtschaft, Zeitschrift für Wirtschaftskultur, Berlin.

Statistiken:

Statistisches Jahrbuch für das deutsche Reich, Jahrgang 1925—1934, herausgegeben vom Statistischen Reichsamt, Berlin.

„Wirtschaft und Statistik", herausgegeben vom Statistischen Reichsamt, Berlin; monatliche Ergebnisse der deutschen Reichsstatistik.

„Die Betriebsstatistik des Reichsverbandes", Sonderdruck zu der Zeitschrift „Die Elektrizitätswirtschaft", Berlin 1934.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547420_0056

Einleitung.

1. Aufgabe und Gliederung der Untersuchung.

In dieser Arbeit werden wirtschaftliche Zusammenhänge innerhalb der Elektrizitätswirtschaft behandelt. Es lag mir daran, eine möglichst allseitige und dabei allgemein verständliche Beschreibung dieses Wirtschaftszweiges zu geben, sodaß der Leser wohl in der Lage ist, sich ein Urteil über die Entwicklung und den Stand der Elektrizitätswirtschaft zu bilden. Da diese Arbeit auf statistischen Unterlagen, die vorwiegend von der deutschen Reichsstatistik geliefert wurden, aufgebaut ist, bietet sie ein objektives Bild über den Stand der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Der Aufbau ist so gewählt, daß sie demjenigen, der sich mit Fragen über die deutsche Elektrizitätswirtschaft zu befassen hat, in Kürze die erforderlichen Informationen auf einer breiten Grundlage vermittelt. Es ließ sich bei verschiedenen Abschnitten nicht vermeiden, eingehend auf technische Vorbedingungen zurückzugreifen, um die wirtschaftlichen Zusammenhänge darstellen zu können. Da der Entwicklungsprozeß innerhalb der Elektrizitätswirtschaft in den vergangenen Jahren in vieler Hinsicht eine gewisse Stabilität angenommen hat, oder zum mindesten nur geringe Abweichungen im Vergleich zu den Jahren vor und kurz nach dem Kriege aufweist, dürfte diese Arbeit mit ihren Schlußfolgerungen längere Zeit hindurch Gültigkeit haben; darüber hinaus bietet sie ein Nachschlagewerk dafür, wie statistische Angaben innerhalb der Elektrizitätswirtschaft zu verstehen und kritisch zu beurteilen sind.

Da die Kraftquellen die Voraussetzung für die Elektrizitätswirtschaft bilden, werden wir uns in dem ersten Abschnitt mit ihnen zu befassen haben; dabei müssen wir folgendes beobachten: welche Kraftquellen für die Elektrizitätswirtschaft in Frage kommen, welche Vorteile und Nachteile bei ihrer Verwendung auftreten und wie lange die Vorräte ausreichen.

Aus den Kraftquellen stammen die Energien, die die Kraftmaschinen treiben: die Dampfkraft treibt die Dampfmaschine, die Wasserkraft die Wasserkraftmaschine, das Gas und das Gasöl die Gasmaschine oder den Diesel usw. Der enge Zusammenhang und die Abhängigkeit der Kraftquellen und der Kraftmaschinen untereinander ist aus dem Vorhergesagten bereits erwiesen und daher liegt es nahe, die Kraftmaschinen im Anschluß an die Kraftquellen zu behandeln. Von den Kraftmaschinen kommen nur diejenigen in Betracht, die zum Antrieb von Generatoren verwendet werden, alle anderen scheiden aus der Betrachtung aus.

Nachdem so die Voraussetzungen für die Stromerzeugung: die Kraftquellen und die Kraftmaschinen, besprochen worden sind, können wir uns den Elektrizitätswerken selbst zuwenden. Bei den Elektrizitätswerken er-

weist sich eine Unterteilung in Eigenanlagen und in öffentliche Elektrizitätswerke als notwendig. Alle Beobachtungen, die sich auf Kraftwerke beziehen und auf statistischen Unterlagen beruhen wie beispielsweise solche über Kraftquellennutzung: ob Wärme- oder Wasserkraftwerk, über die Besitzverhältnisse von Elektrizitätswerken: ob Privatwerke oder Werke der öffentlichen Hand (Staat, Provinz, Stadt, Gemeinden usw.) und schließlich über die Größenklassen, denen die Werke angehören, werden nach beiden Werkstypen getrennt dargestellt. Die in diesem Zusammenhang auftretenden technischen und wirtschaftlichen Fragen werden eingehend besprochen, um eine geschlossene Vorstellung über den Stand und die mögliche Entwicklung des Baues von Elektrizitätswerken entstehen zu lassen.

In dem dann folgenden Abschnitt werden die Krafterzeugung, der Außenverkehr mit Elektrizität und der Kraftverbrauch behandelt; insbesondere wird die Frage des Elektrizitätstarifs untersucht. Der Tarif hat in der Elektrizitätswirtschaft im Gegensatz zu sonstigen Wirtschaftszweigen nicht nur den Zweck, zum Verbrauch anzureizen, sondern hat, da die Elektrizität nicht speicherfähig ist, auch für einen gewissen Ausgleich in der Beanspruchung zu sorgen, z. B. damit der Strombedarf zeitweise nicht ins Riesenhafte anwächst, wie dies in verschiedenen Versorgungsgebieten gegen Abend durch eine Ueberlagerung des Lichtstrombedarfs mit dem Industriestrombedarf der Fall ist.

Die in der Arbeit verwendeten Statistiken bieten nicht alle wünschenswerte Aufschlüsse; es erweist sich deshalb als tunlich, am Schluß der Arbeit unter Bezugnahme auf die in der Arbeit hervorgetretenen Mängel der vorliegenden Statistiken einige wegweisende Verbesserungsvorschläge zu besprechen.

Damit von vornherein dem Leser die benutzten statistischen Quellen bekannt sind, werden anschließend die zur Verwendung kommenden Statistiken kurz charakterisiert.

2. Grundsätzliche Charakterisierung der zur Verwendung kommenden Statistiken.

Die zur Beurteilung und Kritik von Problemen innerhalb der Elektrizitätswirtschaft benutzten Statistiken sind: die Betriebsstatistik des Reichsverbandes der Elektrizitätsversorgung, die der Kürze halber im folgenden als „Reichsverbandsstatistik" bezeichnet wird und die Deutsche Reichsstatistik, die von dem Statistischen Reichsamt veröffentlicht wird; diese reichsamtlichen Veröffentlichungen erfolgen jährlich und monatlich.

Die **Reichsverbandsstatistik** veröffentlicht, da dem Reichsverband nur öffentliche Elektrizitätswerke angeschlossen sind, nur Angaben über öffentliche Elektrizitätswerke. Da dem Reichsverband außer deutschen Werken auch einige ausländische Werke angehören, könnte man leicht annehmen, daß diese Statistik für die Beurteilung deutscher Verhältnisse nicht zutreffend sei. Der Reichsverband hat hierüber eine Untersuchung angestellt und

den Nachweis erbracht, daß 95% aller in dem Reichsverband zusammengeschlossenen Werke deutsche Werke sind, und daß der Anteil der ausländischen Werke das Ergebnis über Stromerzeugung und Stromverbrauch nur unwesentlich beeinflußt. Die Behauptung des Reichsverbandes finden wir in vielen Gegenüberstellungen zwischen der Reichsstatistik und der Reichsverbandsstatistik bestätigt, worin des öfteren festgestellt werden konnte, daß beide Angaben, die der Reichsstatistik und die der Reichsverbandsstatistik, nur unwesentlich voneinander abweichen.

Die **Deutsche Reichsstatistik** erfaßt seit 1925 sowohl die Erzeugung der Eigenanlagen d. h. die Stromerzeugung solcher Werke, die Strom für den eigenen innerbetrieblichen Bedarf liefern, als auch die Erzeugung öffentlicher Elektrizitätswerke, die Strom an Dritte abgeben. Bis zum Jahre 1925 lagen nur Jahresangaben über den Stand der Elektrizitätswirtschaft vor. Das Bedürfnis in kürzeren Zeitabständen einen Ueberblick über die Elektrizitätswirtschaft zu erlangen, erwies sich als dringend notwendig, da die Produktionsziffern an elektrischer Energie, durch die fortschreitende Elektrifizierung, für die Beurteilung des Beschäftigungsgrades und somit der Konjunkturbewegung geeignet sind. Das Deutsche Statistische Reichsamt veröffentlichte aus dieser Notwendigkeit heraus im Jahre 1925 monatlich Erhebungen über Stromerzeugung und Stromverbrauch aus 122 Werken, die sowohl Eigenanlagen als auch öffentliche Elektrizitätswerke umfassen. Man hat sich zu dieser Teilerhebung aus finanziellen Erwägungen heraus entschlossen, da eine Erhebung innerhalb sämtlicher deutscher Elektrizitätswerke, wie dies bei der Jahresstatistik der Fall ist, zu teuer würde; diese 122 Werke, die der Beurteilung zu Grunde liegen, machen annähernd die Hälfte der Jahresstromerzeugung aus.

3. Kurze Entstehungsgeschichte der Elektrizitätswirtschaft.

Die Elektrizitätswirtschaft nahm von dem Augenblick ihren Anfang, als es möglich wurde, Elektrizität wirtschaftlich in großem Umfange zu erzeugen. Dieses gelang zum erstenmal Werner von Siemens durch das dynamoelektrische Prinzip, das in der Dynamomaschine zur Stromerzeugung ausgenutzt wird. Das Prinzip beruht darauf, daß der Strom, der bei Inbetriebnahme der Dynamomaschine durch den remanenten Magnetismus und das dadurch kleine Magnetfeld induziert wird, durch eine besondere Leitungsführung zur Speisung und zur Verstärkung der Feldmagnete ausgenutzt wird. Der durch die Dynamomaschine erzeugte Strom erfährt auf diese Weise solange eine Verstärkung, bis die Maschine ihre volle Leistungsfähigkeit erreicht hat.

Mit dieser Erfindung trat neben die Schwachstromtechnik die Starkstromtechnik, in deren Verlauf die Elektrizitätserzeugung und -verwendung sich zu einem eigenen Industrie- und Wirtschaftszweig entwickelte — zu der Elektrizitätswirtschaft — mit der wir uns in dieser Arbeit zu befassen haben.

Hauptteil.

I. Abschnitt: Kraftquellen[1]).

A. Art und Bedeutung der einzelnen Kraftquellen.

Die elektrische Kraft ist eine Energieform, die aus der Wärmekraft und der Wasserkraft erzeugt wird. In Deutschland steht die Wärmekraft im Vordergrund; es werden etwa $^4/_5$ der Gesamtstromerzeugung durch die Wärmekraft gewonnen. Die Wärmekraft kann entweder wie bei Gas und Oel unmittelbar Arbeit leisten, oder sie kann wie dies bei den Brennstoffen der Fall ist, erst über die Umwandlung in die Dampfkraft zur Arbeitsleistung herangezogen werden. Auf die Wasserkraft entfallen etwa $^1/_5$ der Gesamtstromerzeugung Deutschlands. Wir wollen in den nun folgenden Darlegungen feststellen, wie groß die Vorräte dieser genannten Kraftquellen sind und welche Kraftquellen besonders für die Elektrizitätswirtschaft von Bedeutung sind.

1. Stein- und Braunkohle.

Die Stein- und die Braunkohle sind die wichtigsten Brennstoffe für die Elektrizitätserzeugung, das beweisen die Angaben der Deutschen Reichsstatistik, daß etwa $^3/_4$ der Gesamtstromerzeugung auf sie entfallen. Da die Elektrizitätswirtschaft in einem solch hohen Maße von diesen Brennstoffen abhängig ist, wird es nicht uninteressant sein zu untersuchen, wie groß die Vorräte sind und wie lange diese Vorräte bei der heutigen Jahresförderung den Bedarf zu decken vermögen.

Die Durchführung von Vorratsschätzungen ist oft mit großen Schwierigkeiten verbunden und daraus erklärt es sich, daß die Schätzungsergebnisse zuweilen erheblich voneinander abweichen. Die auf untenstehender Tabelle angeführten Schätzungen wurden von amtlicher Seite gewonnen und bieten deshalb die Gewähr für Objektivität.

Da infolge der Krise die Kohlenfördermenge zurückgegangen ist, habe ich zur Berechnung der Lebensdauer der Kohlenvorräte die Höchstförderungsziffern aus dem Jahre 1929 in die Rechnung eingesetzt:

Steinkohle	176,7 Mill. t
Braunkohle	174,5 Mill. t

---

1) Deutschlands Elektrizitätswirtschaft, von I. W. van Heys, Wilhelm Limpert-Verlag, Dresden 1931 „Natürliche Grundlagen der Elktrizitätswirtschaft" (Kraftquellen) S. 27 ff.

Tabelle 1[2]).

Vorratsschätzungen für Stein- und Braunkohle mit Angaben über die wahrscheinliche Dauer des Lagerbestandes und über die Verteilung der Kohlenvorkommen innerhalb Deutschlands.

Bezirk	Vorkommen			
	Steinkohle		Braunkohle	
	absolut	in %	absolut	in %
Mitteldeutschland	480 Mill. t	0,5 %	17 490 Mill. t	80,0 %
Südwestdeutschland	65520 Mill. t	72,5 „	3 700 Mill. t	17,0 „
Schlesien	12140 Mill. t	13,5 „	—	—
Saargebiet	12200 Mill. t	13,5 „	—	—
Hessen	—	—	340 Mill. t	1,5 „
Bayern	—	—	370 Mill. t	1,5 „
Insgesamt:	90 340 Mill. t	100,0 %	21 900 Mill. t	100,0 %

Steinkohle 90 340 : 176,7 = **ca. 500 Jahre**
Braunkohle 21 900 : 174,5 = **ca. 125 Jahre**

Die eingesetzte Kohlenfördermenge aus dem Jahre 1929 diente nicht nur dazu den Kohlenbedarf der Elektrizitätswerke zu decken, sondern hieran sind noch eine Anzahl anderer Verbrauchergruppen beteiligt. In untenstehender Tabelle sind die Verbraucher nach ihrem prozentualen Anteil an der Fördermenge des Jahres 1929 zusammengestellt.

Tabelle 2[3]).

Kohlenbedarf in den einzelnen Verbrauchergruppen (betrifft die im Handel befindliche Kohle).

Verbraucher	Steinkohle	Braunkohle
1. Hausbrand und Landwirtschaft	16,0 %	33,0 %
2. Erzgewinnung und Eisenverarbeitung	30,5 „	7,5 „
3. Chemische Industrie	5,7 „	14,7 „
4. Elektrizitätswerke	5,4 „	14,0 „
5. Reichsbahn	13,0 „	0,7 „
6. Gaswerke	9,7 „	0,2 „
7. Textil- und Lederwaren	3,7 „	6,4 „
8. Papier- und Zellstoffwerke	2,2 „	4,7 „
9. Stein-, Ton- und Schamottewerke	5,7 „	3,6 „
Sonstige	8,1 „	15,2 „
Insgesamt:	100,0 %	100,0 %

2) Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 1927, S. 4 „Die wichtigsten Bodenschätze des Deutschen Reiches" (nach Angaben der Preußischen Geologischen Landesanstalt).

3) Handbuch der Kohlenwirtschaft, 1930, „Kohlenabsatz und Kohlenverbrauch", S. 422, von Frau Dr. Käte Bonikowsky.

Es fällt auf, daß die Elektrizitätswerke, deren Energie zu 80% zur industriellen Antriebsleistung und zur Elektrifizierung von ca. 70% aller Haushaltungen beiträgt, mit einem derart geringen Prozentsatz an dem Gesamtkohlenverbrauch beteiligt ist, wo doch die Stromerzeugung Deutschlands zu 74% aus der Stein- und Braunkohle erfolgt. Hieraus kann gefolgert werden, daß die Elektrizitätsverwendung die wirtschaftlichere Energieverwertung darstellt, und daß im Interesse einer rentablen Eenergiebewirtschaftung eine Zunahme der Elektrizitätsverwendung wünschenswert erscheint.

2. Torf.

Der Torf trägt nur zu einem geringen Prozentsatz an der Gesamtstromerzeugung Deutschlands bei. In der Deutschen Reichsstatistik wird dieser Brennstoff deshalb nicht in einer selbständigen Rubrik aufgeführt, sondern mit der Braunkohle zu einer Aussage zusammengefaßt. Die Verwendung des Torfs in der Großkraftwirtschaft ist wegen seines hohen Wassergehaltes unwirtschaftlich. Ingenieur Ziegler[4]) bemühte sich im Jahre 1907 ein Verfahren einzuführen, nach dem der Torf vor seiner Verbrennung erst verkokt werden sollte, um auf diese Weise den Wassergehalt auszuschalten und Nebenbestandteile zu gewinnen; dieses Verfahren setzte sich aber nicht durch. Das einzige größere Torfkraftwerk wurde bei Wied in Ostfriesland errichtet, das mit einer Feuerung für direkte Torfverbrennung ausgerüstet ist. — Der Torfvorrat Deutschlands wird auf 10 000 Mill. t[5]) geschätzt. Torf kommt hauptsächlich in Norddeutschland in den Provinzen Brandenburg, Mecklenburg, Hannover, Pommern und in Ostpreußen vor; er bedeckt eine Fläche von 23 300 qkm[6]). —

3. Oel und Gas.

Oel und Gas werden in diesem Zusammenhang nur als Kraftstoff behandelt, obwohl sie zuweilen auch als Brennstoff zur Kesselheizung verwendet werden. Als Kraftstoff haben Oel und Gas gegenüber den Brennstoffen den Vorteil, daß sie nicht erst über die Dampfkraft mechanische Arbeit leisten, sondern unmittelbar in dem betreffenden Motor, dem Gas- oder Oelmotor, ihre Kraft entfalten.

a) Oel.

Das Oel, das in der Dieselmaschine Verwendung findet, ist als Kraftstoff sehr geschätzt. Der Nachteil, der einer uneingeschränkten Oelverwendung entgegensteht ist der, daß die deutschen Oelvorräte den inländischen Bedarf nicht zu decken vermögen. Da nur 0,7% der Gesamtstromerzeugung

---

4) Elektrotechnische Zeitschrift, Julius Springer, Berlin W 9, Jgg. 1907 S. 211, 319, 564, 949.

5) Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, 1927, S. 4.

6) Siehe folgende Seite unten!

Deutschlands aus Oel erzeugt wird, können Deutschland bei evtl. Einfuhrschwierigkeiten keine nennenswerten Nachteile innerhalb der Elektrizitätswirtschaft entstehen, da dieser geringe Betrag an elektrischer Energie jederzeit von Maschinen, die mit einheimischen Rohstoffen betrieben werden, übernommen werden kann. Eine Oelreserve hat Deutschland in seinen Lagern an bituminösem Oelschiefer[7]), die eine Fläche von 15 500 qkm bedecken und bei einer Ausbeute soviel Oel herzugeben vermögen, daß damit 4,5 Billionen kWh geleistet werden könnten, eine Energie, die Deutschlands Strombedarf bei der heutigen Höhe 100 Jahre hindurch zu decken imstande wäre. Bei dem augenblicklichen Stand der Technik lohnt sich die Ausbeute dieser Oelreserve noch nicht; die Nutznießung dieser Vorräte wird späteren Zeiten vorbehalten bleiben.

b) Gas.

Das Gas kommt wie das Oel in der Natur frei vor. Da Erdgas vorwiegend in der Nähe von Erdölquellen anzutreffen ist und Deutschland, wie schon berichtet, nur über geringe Erdölvorräte verfügt, ist auch das Erdgas nur in kleinen Mengen vorhanden, die praktisch bedeutungslos sind. Jedoch wird in gewerblichen Betrieben ein großer Prozentsatz an elektrischer Energie aus Gas gewonnen; hierfür verwendet man Gichtgas, das in der Eisenhüttenindustrie und ähnlichen Industriezweigen als Abfallprodukt anfällt. Früher kannte man die Verwendungsmöglichkeit des Gichtgases als Kraft- und Heizgas nicht und man ließ es in die Atmosphäre entweichen, heute hat seine Verwendung in den betreffenden Industriezweigen eine große Bedeutung erlangt. Das Gichtgas entsteht neben einem Hauptproduktionsprozeß und deshalb sind die Maschinen, die mit Gichtgas angetrieben werden, von diesem Hauptprozeß stark abhängig. Der Umfang der zur Verfügung stehenden Energie ist beschränkt und bei einem Stillstand der Hauptanlage sind die mit Abfallenergie angetriebenen Maschinensätze zum Stillstand verurteilt. Eine Speicherung des Gichtgases kann darüber nicht hinweghelfen, daß mit beendetem Hauptprozeß ein Aussetzen der Gasmaschine stattfinden muß, da der Gasverbrauch im Verhältnis zu der maximal wirtschaftlich zu speichernden Gasmenge zu groß ist. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Erzeugungsanlage für elektrische Energie standortgebunden ist. Diese Nachteile werden bei weitem durch die Billigkeit der Gichtgasverwertung gegenüber allen anderen Energieträgern wieder aufgewogen.

Unter die Abfallwirtschaft fällt ebenfalls die Verwertung der Abwärme in Form niedrig gespannten Dampfes, der wie das Gichtgas als Abfallprodukt anfällt und in besonders konstruierten Abdampfturbinen zur Leistung mechanischer Arbeit und mittels Generatoren zur Elektrizitätserzeugung verwendet wird.

---

6) u. 7) Aufbau und Entwicklungsmöglichkeiten der europäischen Elektrizitätswirtschaft, herausgegeben von der wirtschaftlichen Abtl. des Bankhauses Schwarz, Goldschmid u. Co., Berlin, 1928, Seite 34 und ff.

4. Wasserkraft.

Gegenüber den bisher besprochenen Kraftquellen hat die Wasserkraft[8]) den Vorzug, daß sie unerschöpflich ist, da sie sich ewig wieder im Kreislauf der Natur erneuert. Sie ist wie die Kraftstoffe eine Betriebskraft, die unmittelbar zur Leistung mechanischer Arbeit verwendet werden kann. Die Ausnutzung der Wasserkraft erfolgt in Wasserkraftwerken, die sich nach dem Verwendungszweck und nach den natürlichen Voraussetzungen, die sich dem Bau von Wasserkraftanlagen bieten, voneinander unterscheiden. Man unterscheidet die Wasserkraftanlagen grundsätzlich nach zwei Merkmalen, nach der Betriebsart und nach der Bauart. Nach der Betriebsart gibt es Wasserkraftwerke, die als Laufwerke und solche, die als Spitzenwerke arbeiten, nach der Bauart unterscheidet man Wasserkraftanlagen mit und ohne Speicher. Laufwerke können mit und ohne Speicher arbeiten, während Spitzenwerke nur mit Speicher betrieben werden.

In untenstehendem Schema sind die Unterscheidungen zwischen den Wasserkraftwerken systematisch geordnet; nach dieser Aufstellung erfolgt eine eingehende Besprechung einer jeden Anlage.

Arten von Wasserkraftanlagen.

A. nach der Betriebsart: — Laufwerke und Spitzenwerke —
B. nach der Bauart: — Kraftwerke mit und ohne Speicher —

Laufwerke:
1. ohne Speicher
   a) mit künstlichem Gefälle
   b) mit natürlichem Gefälle
2. mit Speicher

Spitzenwerke:
1. Speicher mit natürlichem Wasserzufluß
2. Speicher mit künstlichem Wasserzufluß

Laufwerke:

1 a)

Laufwerke mit künstlichem Gefälle sind solche, die an Flußläufen bsplw. am Main und Neckar anzutreffen sind. Eine Staustufe bewirkt hierbei eine Höhendifferenz (Gefälle) zwischen dem oberen und unteren Wasserspiegel, dieses Gefälle wird in Turbinen zur Arbeitsleistung herangezogen. Beispiel: Mainkraftwerke.

1 b)

Laufwerke mit natürlichem Gefälle sind Wasserkraftwerke, die z. B. an Wasserfällen errichtet werden. Beispiel: Kraftwerk am Rheinfall bei Schaffhausen.

---

8) „Die Grundlagen der Elektrizitätswirtschaft", siehe die deutsche Elektrizitätsversorgung. Herausgegeben vom Vorstand des deutschen Metallarbeiterverbandes, 1927, Stuttgart, Seite 5 u. ff.

Die Arbeitsweise beider Werke, ob ein künstliches oder ein natürliches Gefälle ausgenutzt wird ist dieselbe, da jeweils der Höhenunterschied zwischen zwei Wasserspiegeln zur Arbeitsleistung ausgenutzt wird. Beide Werke unterscheiden sich allein darin, daß die Natur die Arbeit, die im ersteren Falle für den Bau einer Staustufe aufgewendet werden muß, schon vorweggenommen hat.

Da die Elektrizität nicht speicherfähig ist, bleibt zur Anpassung der Stromerzeugung an den Stromverbrauch nur die Möglichkeit bestehen, eine Speicherung der Energieträger selbst (Wasser oder Dampf) vorzunehmen; hiervon erweist sich die Wasserspeicherung in Bezug auf Wirtschaftlichkeit als die geeignetste. Wie die Speicher in den Produktionsprozeß eingeschaltet werden, ersehen wir aus der nun folgenden Darstellung.

Laufwerke:

2)

Laufwerke, die mit Wasserspeicher arbeiten, haben einen natürlichen Wasserzufluß; derartige Speicher sind oft Talsperren, in denen sich Wasser vor einer Staumauer ansammelt. Laufwerke entnehmen diesem Speicher eine gleichbleibende Wassermenge. Bedingung ist allerdings, daß die durchschnittliche Entnahmemenge den Wasserzugang nicht übersteigt. Das Laufwerk mit Speicherung hat gegenüber denjenigen ohne Speicherung den Vorteil, stets eine gleichbleibende Wassermenge zur Verfügung zu haben und von den jahreszeitlichen Schwankungen des Wasserzuflusses unabhängig zu sein. Eine Anlage, die als Laufwerk mit Speicherung arbeitet, ist das Schwarzenbachwerk.

Spitzenkraftwerke:

1.

Derselbe Wasserspeicher (Talsperre, der für den Betrieb eines Laufwerks diente, kann auch für ein Spitzenkraftwerk verwendet werden. Der Unterschied liegt einzig und allein in der Wasserentnahme, die bei dem Laufwerk gleichbleibend über 24 Stunden verteilt ist, während ein Spitzenwerk nur stundenweise Wasser aus diesem Speicher entnimmt. Das Spitzenwerk arbeitet nur an gewissen Tagesstunden und zwar dann, wenn Spitzenleistungen innerhalb des Versorgungsgebietes auftreten. Ein Beispiel hierfür bietet die Arbeitsweise des Kraftwerks an der Edertalsperre.

2.

Die übliche Bezeichnung jener Werke, die mit einem Speicher mit künstlichem Wasserzufluß arbeiten, ist Pumpspeicherwerk. Zur Füllung des Speichers sind Wasserpumpen erforderlich, die zu Zeiten geringen Strombedarfs mit überschüssigem Strom angetrieben werden. Das Speicherbecken unterscheidet sich von der Talsperre dadurch, daß es erst durch Ausschachtung entsteht, sofern nicht natürliche Mulden ausgenutzt werden können. Diese

Pumpspeiserwerke sind keine reinen Spitzenkraftwerke, da der Wasservorrat gegenüber den Speichern mit natürlichem Wasserzufluß zu gering ist, sodaß das Pumpspeicherwerk nur für verhältnismäßig kurze Zeit in die Stromerzeugung eingreifen kann. Man spricht von einer Momentanreserve, die nur dann beansprucht wird, wenn unvorhergesehene Zwischenfälle eine Unterbrechung in der Stromerzeugung bewirken wie bsplw. das Ausfallen einer Turbine. In diesem Falle würde die Momentanreserve, die aus dem Wasservorrat des Pumpspeicherbeckens besteht, zum Antrieb einer Reservemaschine eingesetzt, die solange eine Zusatzleistung herzugeben vermag, bis entweder der Schaden behoben ist oder eine andere Turbine auf volle Tourenzahl angelaufen ist. Eine derartige Anlage befindet sich bei Herdecke in Westfalen in Betrieb.

Ueber den Umfang der deutschen Wasserkraftvorkommen unterrichten uns Veröffentlichungen der Preußischen, Badischen und Württembergischen Geologischen Landesanstalten. Die zu erwartende Jahresleistung bei vollkommenem Ausbau der vorhandenen Möglichkeiten der Wasserkraftausnutzung wurde unter Zugrundelegung eines Ausnutzungsverhältnisses (Verhältnis der tatsächlichen Jahresleistung zu der möglichen Jahresleistung) von 57%

$$\frac{12500 \text{ Mill. kWh} \times 100}{2\,500\,000 \text{ kW} \times 8760 \text{ h}} = 57\%$$

in untenstehender Tabelle durchgerechnet.

Schätzungen über den Umfang der deutschen Wasserkraftvorkommen und ihre Verteilung innerhalb Deutschlands und der zu erwartenden Jahresleistung bei einem Ausnutzungsfaktor von 57%[9]).

Tabelle 3.

Gebiet:	Mögliche ausbaufähige Leistung		Mittlere zu erwartende Jahresarbeit	
	absolut	in %	absolut	in %
Norddeutschland	2 500 000 kW	39,5	12 500 Mill. kWh	39,5
Süddeutschland	3 850 000 kW	60,5	19 250 Mill. kWh	60,5
Insgesamt:	6 350 000 kW	100,0	31 750 Mill. kWh	100,0

Die mittlere zu erwartende Jahresarbeit wurde bei einem Ausnutzungsfaktor von 57% wie folgt berechnet: die volle Ausnutzung der installierten Maschinenleistung Norddeutschlands würde bsplw. 2 5000 000 kW × 8760 h = 21 900 Mill. kWh ergeben haben, eine nur 57%ige Ausnutzung ergibt den entsprechenden Teilbetrag von 12 500 Mill. kWh (8760 = Jahresstundenzahl).

9) Deutschlands Elektrizitätswirtschaft, von I. W. van Heys, Wilhelm Limpert-Verlag, Dresden 1931, S. 47 ff.

Aus obiger Tabelle ist zu ersehen, daß bei einem vollständigen Ausbau der deutschen Wasserkräfte und bei einem Ausnutzungsverhältnis von 57% eine Jahresarbeit von 31 750 Mill. kWh erzeugt werden könnte. Da der Jahresstrombedarf Deutschlands in dieser Größenordnung liegt (1929 = 30 660 Mill. kWh) wäre es theoretisch möglich, den gesamten Strombedarf Deutschlands mit Hilfe der Wasserkraft zu decken. Die Frage warum die Wasserkraft nicht in größerem Maße als bisher oder ausschließlich zur Stromerzeugung herangezogen wird, liegt sehr nahe; darauf ist zu erwidern, daß die in der Tabelle 3 gemachten Schätzungen unabhängig davon gemacht worden sind, ob sich der Ausbau der Wasserkräfte lohnt, darin liegt die Begründung, warum die Möglichkeiten der Wasserkraftnutzung nicht vollkommen ausgenutzt worden sind. Es ist anzunehmen, daß die Wasserkräfte, die eine wirtschaftliche Arbeitsweise auf Grund guter Ausbauverhältnisse gewährleistet haben, bereits ausgebaut sind, und daß ein großer Teil der noch verbliebenen Möglichkeiten bei dem heutigen Stand der Technik nicht mehr wirtschaftlich ausgenutzt werden können. Wo die Wirtschaftlichkeitsgrenze in dem Ausbau von Wasserkräften in Deutschland liegt, müßte eine besondere Untersuchung in dieser Richtung ergeben.

5. Windkraft.

Die Windkraft ist mit einem kleinen Betrag an der Gesamtstromerzeugung Deutschlands beteiligt. Die Ausnutzung der Windkraft in größerem Maße als bisher wird in neuester Zeit wieder stärker erwogen, doch befinden sich alle Anlagen noch in einem Versuchsstadium. Wenn es gelingen sollte, geeignete Kraftwerke zur Ausnutzung der Windkraft zu bauen, dann wird hierdurch die gesamte Energiewirtschaft nachhaltig beeinflußt werden, da die Windkräfte, wie Berechnungen ergeben haben, imstande sind, ein Vielfaches der heutigen Jahresleistung an elektrischer Energie zu erzeugen.

6. Energie der Weltmeere.

Die Energie der Weltmeere in Elektroflutwerken auszunutzen, ist für Deutschland an der Nord- und Ostsee, wegen des nur geringen Unterschiedes von Ebbe und Flut, praktisch bedeutungslos. Selbst andere Staaten wie Frankreich, England und Amerika, denen an ihrer Küste ein höherer Unterschied der Gezeiten zur Verfügung steht, haben sich zur Durchführung solcher Projekte nicht entschließen können. Zum Teil ist dies darauf zurückzuführen, daß die Anlagekosten im Verhältnis zu dem zu erzielenden Nutzen zu hoch sind.

7. Zusammenfassung.

Zur Gewinnung einer besseren Uebersicht über die deutschen Energievorräte werden die einzelnen Brennstoffe nach ihrem Heizwert, unter Berücksichtigung ihres Vorrats, zum Ausdruck gebracht. In der nun folgenden

Tabelle 4[10]) werden alle Brennstoffe, die für die Elektrizitätswirtschaft in Frage kommen, nach ihrem Heizwert geordnet und zu dem Heizwert der Steinkohle in Beziehung gesetzt. Zum besseren Verständnis der in der Tabelle 4 veröffentlichten Zahlen werden zunächst einige allgemeine Grundlagen kurz besprochen.

Die Güte eines Brennstoffes mißt man nach seinem Heizwert; bsplw. hat die Steinkohle einen Heizwert von ca. 7000 kcal/kg (Kilokalorien pro Kilogramm), d. h. bei der Verbrennung von 1 kg Steinkohle werden 7000 kcal frei, wobei eine Kilokalorie die Wärmemenge ist, die zur Erwärmung von 1 kg Wasser von 14,5 auf 15,5 Grad Celsius bei Normalbarometerstand erforderlich ist. — Reichsgesetz: 1 kcal = $\frac{1}{860}$ kWh

Tabelle 4.

Heizwert verschiedener Brennstoffe und sein Verhältnis gegenüber Steinkohle:

Brennstoff	Mittlerer Heizwert	Verhältnis zur Steinkohle Umrechnungsfaktor
Steinkohle	6000 Kcal/kg	1
Braunkohle	2000 „	1/3
Torf (trocken)	3000 „	½
Holz	3000 „	½
Oelschiefer	750 „	1/8

In der nun folgenden Tabelle 5 ergeben die Brennstoffvorräte mit dem Umrechnungsfaktor multipliziert die Tonnenzahl eines fiktiven Brennstoffs (siehe Spalte 2), der dem Heizwert der Steinkohle entspricht. In der Spalte 3 sind die Brennstoffvorräte jenes angenommenen Brennstoffes in Prozent über der Summe, die sich aus der Spalte 2 ergibt, dargestellt.

Tabelle 5.

Brennstoffvorräte Deutschlands:

Art des Brennstoffs		Fiktiver Brennstoff absolut	Fiktiver Brennstoff in %
	1.	2.	3.
Steinkohle	90340 x 1 =	90 340 Mill. t	72,00
Braunkohle	21900 x 1/3 =	7 300 Mill. t	5,84
Torf	10000 x 1/2 =	5 000 Mill. t	4,00
Holz	16000 x 1/2 =	8 000 Mill. t	6,39
Ölschiefer	117000 x 1/8 =	14 625 Mill. t	11,67
Insgesamt:		125 265 Mill. t	100,00 %

10) Aufbau und Entwicklungsmöglichkeiten der europäischen Elektrizitätswirtschaft, Schwarz, Goldschmid u. Co., S. 53 ff.

Wir erkennen aus der Tabelle 5, daß die Steinkohle unsere größte Energiereserve darstellt; alle übrigen Brennstoffe sind nur mit kleineren Beträgen (siehe Spalte 3) an dem Energievorkommen beteiligt.

B. Die Bedeutung der einzelnen Kraftquellen für die Stromerzeugung.

Nachdem wir uns mit dem Umfang der deutschen Energievorräte befaßt haben, wenden wir uns nun dem Stromerzeugungsanteil, der auf die einzelnen Kraftquellen entfällt, zu. Die Deutsche Reichsstatistik veröffentlicht hierüber ausführliche Angaben, die zur Beurteilung in der folgenden Tabelle herangezogen werden.

Tabelle 6.

Verteilung der Stromerzeugung auf die einzelnen Kraftquellen[11]).

Kraftquellen:	Stromerzeugung in 1000 kWh	in %
Steinkohle	8 581 994	36,5
Braunkohle	8 777 222	37,4
Braunkohlen-Brikett	386 665	1,6
Mischung fester Brennstoffe	231 947	1,0
Feste Brennstoffe insgesamt:	17 977 828	76,5
Wasserkraft	4 020 916	17,1
Oel	157 286	0,7
Gas	1 135 475	4,8
Windkraft	28	—
Andere Kraftquellen	168 236	0,9
Sonstige Brennstoffe zusammen	5 481 941	23,5

Aus der Tabelle 6 geht hervor, daß die festen Brennstoffe, d. i. die Dampfkraft, mit über ¾ an der Gesamtstromerzeugung Deutschlands beteiligt ist. Daraus läßt sich unter Hinzurechnung der Wasserkraft mit 17,1% beweisen, daß die deutsche Elektrizitätswirtschaft auf nationaler Grundlage aufgebaut ist.

11) Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, 1934, „Die deutsche Stromerzeugung im Jahre 1932", siehe auch „Wirtschaft und Statistik", Sonderheft Nr. 10, S. 187 ff.

II. Abschnitt: Kraftmaschinen.

A. Die Möglichkeiten der Kraftmaschinenverwendung bei der Stromerzeugung.

Vorbemerkung.

Einigermaßen größere Kräfte außer der menschlichen für Arbeitsprozesse nutzbar zu machen, war in früherer Zeit allein nur durch das Göpelwerk, das durch Pferde angetrieben wurde, und durch das Wasserrad möglich; darüber hinaus wurde keine Kraftquelle zur Leistung mechanischer Arbeit herangezogen. Mit zunehmender Bevölkerungszahl machte sich allenthalben das Bedürfnis nach größeren mechanischen Kräften geltend. Versuche mit Hilfe der Dampfkraft Arbeitsmaschinen anzutreiben, also über die Wärmeenergie mechanische Arbeit zu leisten, wurden durch James Watt, der die erste brauchbare Betriebsdampfmaschine konstruierte, erfolgreich durchgeführt. Infolge der großen Einzelkraft, die die Dampfmaschine aufzuweisen vermag, können mit einer Antriebs- oder Kraftmaschine durch eine Transmission (Riementrieb) gleichzeitig mehrere Arbeitsmaschinen angetrieben werden.

Mit der Ausbreitung der Elektrizität und mit der Einführung des Elektromotors in der Industrie wurde die Dampfmaschine aus ihrer bisherigen Stellung verdrängt und hauptsächlich in Elektrizitätswerken zum Antrieb von Generatoren verwendet. In dem nun folgenden Abschnitt wenden wir uns ausschließlich denjenigen Kraftmaschinen zu, die in Elektrizitätswerken zum Generatorenantrieb verwendet werden; wir werden sehen, daß außer der Dampfmaschine noch andere Maschinen im Laufe der Zeit in den Elektrizitätswerken Aufstellung gefunden haben.

1. Dampfmaschinen und Dampfturbinen.

Nachdem man begonnen hatte, die Dampfmaschine für den Antrieb von Generatoren in Elektrizitätswerken zu verwenden, ergab sich bald die Notwendigkeit, sie zu verbessern und damit den Anforderungen des Baues von Stromerzeugungsmaschinen anzupassen. Man versuchte die der Dampfmaschine anhaftenden Mängel, wie zu geringe Tourenzahl, schlechte Ausbauverhältnisse und schlechter Wärmewirkungsgrad zu beheben; wenn dieses auch teilweise gelang, so vermochte man doch nicht diese Mängel restlos zu beseitigen, da der Generatorenbau immer größere Anforderungen an die Antriebsmaschinen stellte. Es vollzog sich dahingehend eine Wandlung in der Krafterzeugung, daß der Generatorenbau, der sich zunächst nach den vorhandenen Antriebsmaschinen richtete, nunmehr selbst das Tempo der Entwicklung vorschrieb. Da die Dampfmaschine nicht über eine

gewisse Leistungsgrenze hinaus fortentwickelt werden konnte, entstand das Bedürfnis nach einer neuartigen Dampfkraftmaschine, die die Mängel der Dampfmaschine, der sogenannten Kolbendampfmaschine, beheben sollte. Schließlich gelang es aus den Erfordernissen heraus, die der Generatorenbau vorschrieb, die Dampfturbine zu konstruieren, die die Vorzüge eines geringen Platzbedarfs bei hohen Leistungen und eines guten Wärmewirkungsgrades neben einer vortrefflichen Ausbaufähigkeit vereinigt. Die Anforderungen, die die Dampfturbine an die Dampfkraftanlage in Zukunft stellte, gaben den Anlaß dazu, die Kraftanlage auf eine höhere Leistungsfähigkeit zu entwickeln. Die Dampftemperaturen und die Dampfdrucke wurden erhöht, was sich dadurch ermöglichen ließ, daß man die bisherigen Flammrohrkessel durch Röhrenkessel[12]) ersetzte, handgefeuerte Roste mußten Wanderrosten mit Selbstbeschickung weichen; diese Aenderungen in Verbindung mit einer Vorwärmung der Verbrennungsluft und des Kesselspeisewassers trugen zu einer Leistungssteigerung der Kesselanlage bei.

2. Wasserrad und Wasserturbine.

Das Wasserrad ist mit die älteste Einrichtung, um eine dargebotene Energie in mechanische Arbeit umzuwandeln und sie dem Menschen nutzbar zu machen. Da das Wasserrad vor allem in Gefälle und Gerinnebreite sowie in der Drehzahl beschränkt ist, erwies es sich also als notwendig, eine Maschine zu bauen, mit deren Hilfe größere Leistungen hervorgebracht werden können; hierzu dient die Wasserturbine. Sie arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie die Dampfturbine, ihre Vorzüge gegenüber dem Wasserrad, die in einem guten Wirkungsgrad und der Möglichkeit hohe Leistungen abzugeben liegen, haben der Wasserturbine zu einer raschen Verbreitung verholfen; heute wird in großen Elektrizitätswerken alle elektrische Energie, die aus der Wasserkraft gewonnen wird, nur mit von Wasserturbinen angetriebenen Generatoren erzeugt.

3. Gasmaschine.

Die Gasmaschine hat wie die Dampfmaschine zuerst in gewerblichen Betrieben unmittelbar zum Antrieb von Arbeitsmaschinen gedient und wurde erst später dazu verwandt, Generatoren in Elektrizitätswerken anzutreiben. Die Gasmaschine unterscheidet sich von der Dampfkraftmaschine grundsätzlich darin, daß der Verbrennungsprozeß unmittelbar in dem Zylinder der Maschine sich vollzieht und dadurch eine Umwandlung über die Dampfkraft nicht erforderlich ist, was eine Verbilligung der Kraftanlage zur Folge hat. Da Deutschland nur geringe natürliche Gasvorkommen (Erdgas) hat, beschränkt sich die Verwendung der Gasmaschine auf solche Industriezweige, in denen Gas als Abfallprodukt (Gichtgas) anfällt und auf kleinere Anlagen, in denen das Gas besonders erzeugt wird.

---

12) Deutschlands Elektrizitätswirtschaft, van Heys, S. 66 ff.

4. Dieselmotor.

Für die Dieselmaschine gelten dieselben Vorzüge gegenüber der Dampfkraftmaschine wie sie bereits bei der Gasmaschine angeführt wurden, da unmittelbar durch einen Verbrennungsprozeß innerhalb des Zylinders der Maschine die Energie frei wird. Der Diesel hat den Vorzug, mit geringen Betriebskosten zu arbeiten und nur eine geringe Wartung zu erfordern. Gegen eine unumschränkte Ausbreitung des Diesel in der Großkraftwirtschaft spricht, daß Deutschland nicht genügend Oelvorräte besitzt, um diese Maschinen in Betrieb halten zu können. Eine Verwertung inländischer Kraftquellen stellt sich innerhalb der Energiewirtschaft billiger als ausländische Brennstoffe zu benutzen, abgesehen von den Folgen, die bei vollkommener Umstellung auf Oelbetrieb durch eine plötzliche Einfuhrunterbindung der deutschen Elektrizitätswirtschaft erwachsen könnten.

B. Der heutige Stand der Kraftmaschinenverwendung bei der Stromerzeugung an Hand der Kraftmaschinenstatistik.

Wie in der Vorbemerkung bereits dargelegt wurde, werden in diesem Abschnitt nur diejenigen Kraftmaschinen einer Betrachtung unterzogen, die zum Antrieb von Generatoren verwendet werden. Die Kraftmaschinenstatistik soll uns folgendes beantworten: wie groß die Zahl und die Leistung der Generatoren ist, die von den einzelnen Kraftmaschinen angetrieben werden. Siehe hierzu untenstehende Tabelle.

Tabelle 7[13]).

Zahl und Leistung der Generatoren, unterteilt nach ihren Antriebsmaschinen.

Maschinentyp:	Angetriebene Generatoren		Leistung der Generatoren		Leistung pro Generator (3:1)
	abs.	%	abs.	%	abs.
	1.	2.	3.		
Dampfturbine	1 807	5,2	4200657 kW	62,3	2 330 kW
Dampfmaschine	13 319	50,2	1063121 „	15,7	61 „
Wasserturbine	7 090	20,7	890690 „	13,2	125 „
Wasserräder	2 951	8,7	12912 „	0,2	4 „
Gaskraftmaschine	1 514	4,4	401247 „	5,9	265 „
Dieselmotor	3 171	9,3	180498 „	2,7	57 „
Leichtölmotor	455	1,3	2887 „	—	6 „
Windmotor	86	0,2	684 „	—	8 „
Insgesamt:	—	100,0	—	100,0	—

13) „Wirtschaft und Statistik" herausgegeben vom Statistischen Reichsamt, 1929, Berlin, Verlag von Reimar Hobbing, „Die wichtigsten Ergebnisse der Kraftmaschinenstatistik der gewerblichen Betriebszählung 1925", S. 398 ff.

III. Abschnitt: Kraftwerke.

A. Entwicklung.

1. In technischer Hinsicht.

Der Aufstieg der Elektrizitätswirtschaft wurde durch die technischen Schwierigkeiten, die mit der Erzeugung und Fortleitung von elektrischer Energie verbunden waren, beeinträchtigt. Das Problem der Stromerzeugung wurde verhältnismäßig früh gelöst, da man mit der Dampfmaschine in Verbindung mit großen Generatoren hohe Leistungen erzielen konnte, dagegen bereitete die Fortleitung elektrischer Energie auf große Entfernungen der Elektrizitätswirtschaft lange Zeit hindurch ein großes Hemmnis. Der Gleichstrom, der anfänglich nur zur Verfügung stand, erwies sich nämlich für eine Fortleitung als ungeeignet, da die Uebertragungsverluste die Wirtschaftlichkeit einer Fernleitung zu stark herabsetzten. Alle Verbraucher mußten also innerhalb einer bestimmten Entfernung von dem Elektrizitätswerk liegen, die wirtschaftliche Reichweite des Stromtransportes war gering. Zunächst konnte man nur Einzelanlagen errichten, das sind solche, deren Reichweite sehr beschränkt war; man benötigte zu jeder Verbrauchsstelle eine eigene Erzeugungsanlage; später um das Jahr 1884 ging man zum Bau von Blockzentralen über, von denen aus man bereits in der Lage war, einen geschlossenen Häuserblock mit Elektrizität zu versorgen[14]).

Der Drehstrom, eine Erfindung, die in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts gemacht wurde, erwies sich als sehr geeignet zum Leiten über große Entfernungen; von ihm ging ein Impuls aus, der der Elektrizitätswirtschaft erst zu ihrer vollen Geltung verhalf. Anläßlich der Elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt am Main[15]) wurde im Jahre 1891 der Versuch, Drehstrom über eine Entfernung von 175 km, und zwar von Lauffen am Neckar nach Frankfurt am Main zu leiten, erfolgreich durchgeführt. Der Uebertragungswirkungsgrad betrug 75%, ein für damalige Verhältnisse außerordentlich günstiges Ergebnis; von nun an stand der unumschränkten Anwendung des Drehstroms in der Elektrizitätswirtschaft nichts mehr im Wege. Die Elektrizitätswerke wurden nun erheblich vergrößert, da von einem Werk aus eine große Verbraucherzahl beliefert werden konnte. Mit zunehmender Uebertragungsspannung konnte der Verteilungsradius erweitert werden. Die Uebertragungsspannung, die im Jahre 1900 erst 10 000 Volt betrug, wurde auf Grund von Erfahrungen, die man mit der Fortleitung an

14) Deutschands Elektrizitätswirtschaft, von I. W. van Heys, W. Limpert-Verlag, Dresden 1931, „Technische Grundlagen der Elektrizitätswirtschaft", S. 49 ff.

15) Geschichtstafeln der Elektrotechnik von 1881—1931. Herausgegeben von der Elektrotechnischen Gesellschaft zu Frankfurt am Main, VDE-Verlag, Berlin 1931.

elektrischer Energie machte, im Jahre 1903 auf 35 000 Volt und 1906 bereits auf 50 000 Volt erhöht. Mit einer Spannung von 50 000 Volt ist man bereits in der Lage, von einem Kraftwerk aus ein Gebiet von der Größe einer preußischen Provinz mit Elektrizität zu versorgen. Das Verhalten des elektrischen Stromes bei Spannungen bis zu 100 000 Volt, wurde in einer Versuchsanlage bei Lauchhammer in Sachsen wissenschaftlich erforscht. Auf Grund dieser Untersuchungen konnte noch während des Krieges eine Uebertragungsleitung für Spannungen von 100 000 Volt von dem Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk in Betrieb genommen werden; heute beträgt die Uebertragungsspannung von großen Fernleitungen bereits 250 000 Volt. Der Wechselstrom, in Verbindung mit der Erhöhung der Uebertragungsspannung, führte eine Konzentration der Elektrizitätserzeugung auf wenige Großkraftwerke herbei, die, standortsmäßig gesehen, rohstofforientiert sind, während die Einzelanlagen und Blockzentralen verbrauchsorientiert waren.

2. Entwicklung in wirtschaftlicher Hinsicht.

Ursprünglich waren sämtliche Elektrizitätswerke im Privatbesitz. Die öffentliche Hand stand diesem neuen Wirtschaftszweig eher hindernd als fördernd im Wege, da die Elektrizität das Gas aus seiner Vormachtstellung für Beleuchtungszwecke zu verdrängen begann, was für die Gaswerke, die vorwiegend im Besitz der öffentlichen Hand waren, eine finanzielle Schädigung bedeutete. Nachdem sich die Elektrizität nicht nur für Beleuchtung, sondern auch als Kraft, durch die Einführung des Elektromotors, eine feste Position erkämpft hatte, erwuchs auch von öffentlicher Seite ein Interesse für die Elektrizitätswirtschaft, das sich darin äußerte, daß öffentliche Körperschaften sich finanziell an vorhandenen Unternehmungen beteiligten und mit eigenen Mitteln Elektrizitätswerke errichteten. Diese Entwicklung können wir an Hand der Reichsverbandsstatistik für öffentliche Elektrizitätswerke in der Zeit von 1900 bis 1931 verfolgen. Siehe hierzu untenstehende Tabelle.

Tabelle 8[18]).

Stromanteil in Prozent der Stromerzeugung öffentlicher Elektrizitätswerke unterteilt nach dem Besitzverhältnis:

	im Jahre:	in %		
Besitzer:	1900	1913	1930	1931
1. Staat und Reich	—	0,3	27,3	26,0
2. Stadt	22,3	37,6	19,4	13,6
3. Provinz, Kreis, Gemeinde	0,7	2,2	5,6	6,2
4. Mehrere Körperschaften d. öffentl. Hand	—	—	5,0	5,2
5. Oeffentliche Hand insg.	23,0	40,1	57,3	51,0
6. Privathand	77,0	42,9	11,3	11,1
7. gemischtwirtschaftl.	—	17,0	31,4	37,9
Insgesamt:	100,0	100,0	100,0	100,0

Mit der Zunahme der Stromerzeugung bei den Werken, die sich in öffentlicher Hand befinden (Tabelle 8, Zeile 5) erfolgt parallel ein Rückgang der Stromerzeugung aus reinen Privatwerken (Zeile 6); daraus ist allerdings nicht zu schließen, daß die Privatinitiative in öffentlichen Elektrizitätswerken schlechthin zurückging, da diese (Zeile 7) von dem Jahre 1913 in der gemischtwirtschaftlichen Unternehmung in zunehmendem Maße bis in die heutige Zeit sich weiterhin beteiligte. Als Entstehungsursache der gemischtwirtschaftlichen Unternehmungsform kann etwa folgendes angeführt werden: Die hohen Verteilungskosten, die bei der Versorgung dünnbesiedelter Gebiete aufgewendet werden mußten, versprachen nicht den üblichen Gewinn, der zur Zeit durch eine Kapitalsanlage erzielt werden konnte. Private Geldgeber zogen es deshalb vor, ihr Kapital nutzbringender anzulegen, als dies für die Errichtung eines Fernleitungsnetzes der Fall gewesen wäre. Das Bedürfnis zum Strombezug war aber auch in jenen Gebieten vorhanden, die auf Grund einer geringen Stromentnahme eine nur mäßige Verzinsung des Anlagekapitals versprachen und wonach die Amortisation der Anlage selbst sehr lange Zeit erforderte. Oeffentliche Körperschaften sahen sich also genötigt, zum Wohle der Volksgemeinschaft das Opfer auf sich zu nehmen, und gemeinsam mit den Privatgesellschaften, zur Finanzierung eines großen Verteilungsnetzes beizutragen.

In der nun folgenden Ausführung erweist sich eine Zweiteilung der Elektrizitätswerke in Eigenanlagen und in öffentliche Elektrizitätswerke als notwendig, da diese Kraftwerkstypen sich verschieden entwickelt haben; wie sich diese Entwicklung vollzogen hat, wird an Hand von statistischen Unterlagen erläutert. Siehe hierzu Tabelle 9.

Tabelle 9[17]).

Anteil der Stromerzeugung der Eigenanlagen in % der Gesamtstromerzeugung in den Jahren 1925—1932.

Jahr:	Anteil der Stromerzeugung der Eigenanlagen in % der Gesamtstromerzeugung:
1925	51,2%
1927	51,0%
1928	49,3%
1929	46,6%
1930	45,1%
1931	44,2%
1932	42,6%

16) VDEW-Mitteilungen (Vereinigung deutscher Elektrizitätswerke) — heute Reichsverband der Elektrizitätsversorgung — 1934, S. 580 ff.
17) Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, 1934, S. 147.

Aus der Zeile 3 tritt uns im Jahre 1928 erstmalig die Tatsache entgegen, daß die Stromerzeugung der Eigenanlagen unter die Hälfte der Gesamtstromerzeugung und in den folgenden Jahren noch weiter zurückging. Diese Entwicklung ist vor allem aus wirtschaftlichen Gründen zu erklären und soll im folgenden noch behandelt werden. Sie berechtigt dazu, die weitere Untersuchung über den heutigen technischen und wirtschaftlichen Stand der Entwicklung der Kraftwerke für die Eigenanlagen und die öffentlichen Werke gesondert vorzunehmen.

B. Heutiger Stand der Organisation der Kraftwerke.

1. Vergleich von Eigenanlagen und öffentlichen Elektrizitätswerken.

a) Unterscheidung nach der Höhe der Stromerzeugung

Wir haben aus der Tabelle 9 ersehen, daß heute nur mehr $^2/_5$ des Gesamtstrombedarfs Deutschlands durch Eigenanlagen gedeckt werden. Wir wollen im folgenden untersuchen, worauf der Rückgang in der Stromerzeugung zurückzuführen ist.

Auf Seite 7 wurde bereits auf die Verwertung von Abfallenergie hingewiesen und es wurde behauptet, daß sofern Abfallenergie, wie Gichtgas und Abwärme, in einem gewerblichen Betrieb anfallen, diese für die Eigenanlagen eine außerordentlich billige Kraftquelle darstellen und ihre Verwertung zur Stromerzeugung nur empfohlen werden kann. Wird in einem Produktionsprozeß Dampf zum Heizen oder Trocknen verlangt und ist hierfür eine Dampferzeugungsanlage erforderlich, so ist es innerhalb des gewerblichen Betriebes durchaus wirtschaftlich, wenn die Dampferzeugungsanlage derart erweitert wird, daß mit ihr der erforderliche Betriebsstrom noch mit erzeugt wird, da die Mehrkosten, wie die Erfahrung zeigt, unverhältnismäßig niedriger sind, als die ursprünglich aufzuwendenden Kosten zur Erstellung der Dampfanlage für den ursprünglich vorgesehenen Zweck. In diesem Falle ist eine Eigenanlage vertretbar, und diese wird sich auch behaupten. Es gibt noch eine Eigenanlage, die sich rechtfertigen läßt, das ist diejenige, die von großen Industrien unterhalten wird und bei denen der Stromkonsum mit die Hauptunkosten innerhalb des Produktionsprozesses ausmachen wie dies bsplw. bei allen elektrometallurgischen Werken der Fall ist. Um die Möglichkeit einer billigen Stromerzeugung zu haben, werden diese Werke an die Wasserkräfte verlegt. Jene Eigenanlagen machen sich Vorteile zunutze, die auch öffentliche Elektrizitätswerke haben, nämlich die Rohstofforientierung. In allen anderen Fällen, in denen Eigenanlagen Brennstoffe beziehen, wird sich der Uebergang zum Strombezug aus öffentlichen Elektrizitätswerken vollziehen, wie es die Entwicklung aus der Tabelle 9 gezeigt hat.

b) Unterscheidung nach der Benutzung der verschiedenen Kraftquellen.

Tabelle 10[18]).

Prozentuale Beteiligung der Kraftquellen an der Gesamtstromerzeugung der Eigenanlagen und der öffentlichen Elektrizitätswerke Deutschlands. 1931.

Kraftquelle:	Oeffentliche Elektrizitätswerke	Eigenanlagen
Steinkohle	33,3%	41,7%
Braunkohle	44,7	29,2
Mischung fester Brennstoffe	0,2	1,3
Feste Brennstoffe zusammen:	78,2	72,2
Wasser	21,1	11,5
Gas	—	14,0
Sonstige Kraftquellen	0,7	2,3
Insgesamt:	100,0%	100,0%

Aus der Tabelle 10 ist zu erkennen, daß die Steinkohle eine stärkere Verwendung in den Eigenanlagen als in den öffentlichen Elektrizitätswerken erfährt. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Steinkohle ein geringes Gewicht mit einem hohen Heizwert vereinigt, was für eine Verfrachtung vorteilhaft ist. Wir haben gesehen, daß Eigenanlagen entweder ihre Energie aus Abfallprodukten gewinnen oder der billigen Stromerzeugung halber an der Wasserkraft anzutreffen sind. Ist dies nicht der Fall, dann richtet sich der Brennstoffverbrauch nach den örtlichen Verhältnissen, sodaß entweder Stein- oder Braunkohle zur Verwendung kommen. Der Stromanteil, der durch Gichtgas innerhalb der Eigenanlagen erzeugt wird, ist mit 14,0% angegeben worden. Oeffentliche Elektrizitätswerke haben keinen Gasstromanteil, da die Abfallwirtschaft eine spezifische Angelegenheit der Eigenanlagen ist.

18) W. u. St. Jgg. 1933, S. 2 ff.

c) Kraftquellennutzung in den einzelnen Größenklassen der Eigenanlagen und der öffentlichen Elektrizitätswerke.

Tabelle 11[19]).

Prozentuale Beteiligung der Kraftquellen an der Stromerzeugung der Eigenanlagen und der öffentlichen Elektrizitätswerke, unter Berücksichtigung der Größenklassen der Werke im Jahre 1932.

Größenklasse in kW	Feste Brennstoffe		Wasserkraft	
	Oefftl. W.	-Eigenanl.	Oefftl. W.	-Eigenanl.
	1.	2.	3.	4.
1. 1—100	0,007 %	0,80 %	1,35 %	3,40 %
2. 101—1000	0,203	8,04	11,98	16,90
3. 1001—5000	1,270	22,75	27,62	25,20
4. 5000—10000	1,480	20,20	11,55	8,10
5. Insgesamt:	2,960	51,79	52,50	43,60
6. 10001—100000	38,84	42,40	47,30	56,40
7. über 100000	58,20	5,81	—	—
Insgesamt:	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %

In Spalte 1 und 2, Zeile 5 wird in obenstehender Tabelle die Tatsache veranschaulicht, daß bis zu der Größenklasse von 10 000 kW die Eigenanlagen 51,79% ihrer elektrischen Energie aus festen Brennstoffen gewinnen, während öffentliche Elektrizitätswerke nur 2,96% an Elektrizität erzeugt haben. Bei der Wasserkraft ist das Verhältnis ziemlich ausgeglichen. Wir können also feststellen, daß Eigenanlagen, sofern diese Wärmekraftwerke sind, den mittleren Größenklassen angehören. Würde uns die Deutsche Reichsstatistik in diesem Zusammenhang eine Unterteilung der Wärmekraftwerke in Steinkohlen- und Braunkohlenwerke geben, so könnten wir beobachten, daß die größeren Werkseinheiten (Spalte 1, Zeile 7) der öffentlichen Elektrizitätswerke Braunkohlenwerke sind.

Die Betrachtung der Eigenanlagen und der öffentlichen Elektrizitätswerke wird in den nun folgenden Abschnitten fortgesetzt und zwar werden beide Werkstypen nach ihrer Rentabilität hin untersucht; hierunter sind nicht die Kosten zu verstehen, die bei der Stromerzeugung entstehen, sondern wir beschränken uns darauf festzustellen, wie die Werke ausgenutzt werden, d. h. wieviel Betriebsstunden sie innerhalb eines Jahres voll beschäftigt sind. Zum besseren Verständnis der nun folgenden Darlegungen werden die auf Seite 10 gemachten Angaben über das Ausnutzungsverhältnis noch ergänzt.

19) Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, 1934, S. 147.

Die Ausnutzung von Elektrizitätswerken kann entweder in Prozent, wie dies auf Seite 10 der Fall war, ausgedrückt werden oder in Stunden; in beiden Fällen liegt derselbe Rechnungsgedanke zu Grunde. Die Angabe der jährlichen Benutzungsstundenzahl ist in der Praxis die gebräuchlichste Form. Unter Verwendung des Beispieles auf Seite 10, wonach einer installierten Leistung von 2 500 000 kW eine Jahresarbeit von 12 500 000 000 kWh gegenüberstand, ergab sich das Ausnutzungsverhältnis in Prozent durch folgenden Rechnungsgang:

Rechnungsgang:

$$\frac{12\,500\,000\,000 \text{ kWh} \times 100}{2\,500\,000 \text{ kW} \times 8760 \text{ h}} = 57\,\%$$

Möchte man dagegen die Ausnutzung in Stunden haben, dann ist folgender Rechnungsgang einzuschlagen:

$$\frac{12\,500\,000\,000 \text{ kWh}}{2\,500\,000 \text{ kW}} = 5000 \text{ Stunden}$$

Bei einem Vergleich beider Rechnungsbeispiele ist der Unterschied beider Verfahren leicht zu erkennen.

d) Ausnutzung von Eigenanlagen und öffentlichen Elektrizitätswerken.

Der Vergleich der Ausnutzung zwischen Eigenanlagen und öffentlichen Elektrizitätswerken wurde darauf abgestellt, daß nur solche Eigenanlagen zur Beurteilung herangezogen wurden, die auf Grund eines sehr hohen Strombedarfs errichtet wurden, und die sich deshalb, wie auf Seite 20 ff. geschildert wurde, nur wenig von der Arbeitsweise eines öffentlichen Elektrizitätswerke unterscheiden. Siehe hierzu untenstehende Tabelle.

Tabelle 12[20]).

Die Ausnutzung der Eigenanlagen: 1931.

Gewerbeart:	Installierte Leistung in kW	Stromerzeugung in 1000 kWh	Ausnutzung in	
			Stdn.	%
1. Bergbau	1647454	4044805	2450	28,0
2. Eisenindustrie	911513	1879223	2060	23,4
3. Chem. und metall.	781613	2423935	2622	35,4
4. Papier- u. Verv.-Gew.	374191	1162225	3110	35,4
Mittelwerte aus 1—4	—	—	2560	30,5

20) Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, 1934, S. 148.

Tabelle 13[21]).

Die Ausnutzung der öffentlichen Elektrizitätswerke:

Werke:	Installierte Leistung in kW	Stromerzeugung in/1000 kWh	Ausnutzung in	
			Stdn.	%
1. Steinkohlenwerke	3335000	4374000	1311	14,9
2. Braunkohlenwerke	2749000	6161000	2242	25,5
3. Wasserkraftwerke	1108000	2897000	2613	29,9
Mittelwerte aus 1—3	—	—	2055	23,4

Vergleichen wir die beiden Mittelwerte aus obigen Tabellen, dann können wir beobachten, daß Eigenanlagen sich in Bezug auf Ausnutzung der installierten Leistung gegenüber öffentlichen Elektrizitätswerken günstiger verhalten. Bei diesen Eigenanlagen liegt keine Veranlassung vor, zum Strombezug aus öffentlichen Werken überzugehen, und auf die eigene Stromerzeugung zu Gunsten der öffentlichen Werke zu verzichten. Es ist im Gegenteil anzunehmen, daß die in der Tabelle 12 angeführten Eigenanlagen nach wie vor bestehen bleiben, da diese noch teilweise mit Abfallenergie arbeiten und deshalb gegenüber öffentlichen Elektrizitätswerken große Vorzüge aufweisen. Die Tendenz zum Strombezug aus öffentlichen Elektrizitätswerken, die nachweislich aus der Tabelle 9 Seite 19 bei den Eigenanlagen vorhanden ist, wirkt sich also nur bei den kleinen Anlagen aus, die weder mit Abfallenergie arbeiten, noch einen derart großen Stromverbrauch haben, daß sich die Industrie im Interesse einer billigen Stromerzeugung nach der billigsten Kraftquelle für den Betrieb der Eigenanlagen richtet.

2. Die Bestimmung der Maschinensätze innerhalb des Elektrizitätswerks.

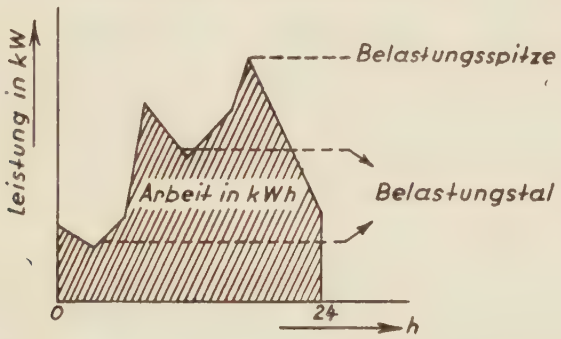
Um hierüber eine Untersuchung anstellen zu können, ist es erforderlich, daß die täglichen Belastungskurven eines Versorgungsgebietes bekannt sind; dies ist deshalb notwendig, da sich der Elektrizitätsbedarf nicht gleichmäßig über die Tages- und Nachtstunden verteilt, sondern erhebliche Schwankungen aufweist. Zur graphischen Veranschaulichung dieser Belastungschwankungen dient das Belastungsdiagramm, das in jedem Elektrizitätswerk Verwendung findet. Es kommt dadurch zustande, daß die von dem Elektrizitätswerk an das Versorgungsgebiet abgegebene Leistung als Ordinate über einer Zeitachse aufgetragen wird, und daß man die erhaltenen Punkte miteinander verbindet. Die so konstruierte Kurve ist die Belastungskurve, die von dieser Kurve eingeschlossene Fläche stellt die von dem Elektrizitätswerk abgegebene Arbeit in kWh dar. Die Belastungskurve ist je nach dem Versorgungsgebiet verschieden, dort, wo die Stromabgabe an die Industrie gegenüber dem öffentlichen Strombedarf (Haushaltungsstrom

21) Wirtschaft und Statistik, 1933, S. 2 ff.

und öffentliche Beleuchtung) vorherrscht, entsteht frühmorgens beim Anfahren der Industrie eine Belastungsspitze, in anderen Versorgungbezirken, in denen der öffentliche Strombedarf überwiegt, kann man gegen Abend, wenn der Industriestrombedarf mit dem Strombedarf für öffentliche Zwecke zusammenfällt, eine Belastungsspitze wahrnehmen. Die Belastungskurve spiegelt ferner den Einfluß der Jahreszeiten wieder, da im Winter der Lichtstrombedarf den des Sommers übersteigt; außerdem macht sich der Einfluß der Saisonbetriebe bemerkbar, beispielsweise ruft die Dreschperiode in landwirtschaftlichen Gegenden ein starkes Ansteigen des Strombedarfs hervor.

Reiht man die einzelnen Belastungsdiagramme eines Versorgungsgebietes über den Jahresverlauf hintereinander an, so erkennt man die Schwankungen, denen der Strombedarf innerhalb eines gewissen Zeitraums ausgesetzt ist. Man erhält so das Belastungsgebirge, in dem man Belastungsspitzen und Belastungstäler erkennen kann, wobei eine Belastungsspitze einen Höchstwert und ein Belastungstal einen Niedrigstwert innerhlab des Strombezugs darstellt. Das Bestreben der Elektrizitätswerke ist allgemein darauf gerichtet, Belastungsspitzen abzutragen und Belastungstäler aufzufüllen, da man hierdurch eine Ersparnis an installierter Leistung erreichen kann. Beeinflussen kann man diesen Zustand nur durch die Tarifpolitik, die in einem besonderen Abschnitt noch besprochen werden wird. In untenstehendem Schema ist ein Belastungsdiagramm aufgezeichnet, das zur Veranschaulichung der im vorstehenden Text gemachten Darlegungen dienen soll.

Schema eines Belastungsdiagramms.



Die Schwierigkeiten, die sich den Elektrizitätswerken bei der Deckung des ungleichen Strombedarfs entgegenstellen, erwachsen daraus, daß die Elektrizität nicht speicherfähig ist. Man ist daher gezwungen, in Zeiten geringer Stromnachfrage die überschüssige Kraft, den Dampf oder das Wasser zu speichern, um den zu anderen Zeiten wieder auftretenden hohen Strombedarf durch vermehrte Elektrizitätserzeugung decken zu können; hierzu ist ein starker Wasser- oder Dampfdurchsatz erforderlich, der aus

den betreffenden Speichern entnommen werden kann. Man geht also dazu über, die Antriebsmaschinen, sofern der Strombedarf gering ist, mit halber Kraft zu betreiben und nur bei hohem Strombedarf voll auszunutzen. Die Dampfspeicherung ist gegenüber der Wasserspeicherung nicht so wirksam durchzuführen. In dem Ruthsspeicher wird Dampf gespeichert, doch ist es im allgemeinen unwirtschaftlich und zum Teil gar unmöglich, genügend Dampf zum Dauerbetrieb von Dampfkraftmaschinen vorrätig zu halten. Früher begnügte man sich damit, Elektrizität in Akkumulatoren zu speichern. Diese Speicherung ist heute bei dem riesigen Strombedarf und vor allem bei der fast ausschließlichen Drehstromverwendung nicht mehr üblich, da nur ein ganz geringer Prozentsatz der Energie, die in der Großkraftwirtschaft benötigt wird, gespeichert werden könnte; außerdem würde die Herstellung ausreichend großer Akkumulatoren heute noch technisch undurchführbar sein. Es bleibt letzten Endes nur die Wasserspeicherung, die es erlaubt, wirtschaftlich Energie zu speichern.

In jedem Fall, wie das Elektrizitätswerk auch arbeiten mag, ob mit oder ohne Speicherung, müssen die Maschinensätze so gewählt werden, daß die in dem betreffenden Versorgungsgebiet auftretende maximale Leistung gedeckt werden kann. Darüber hinaus sind außerdem noch Reservemaschinen erforderlich, die bei einem Maschinendefekt eingesetzt werden können. Als Reservemaschinen benutzt man im allgemeinen alte Maschinen, die im Laufe der Zeit, auf Grund fortschreitender Technik und infolge größeren Strombedarfs, durch neuere ersetzt worden sind. Diese Maschinen vesehen nur dann ihren Dienst, wenn eine Maschine ausfällt. Da das nur selten vorkommt, ist die Benutzungsdauer der Reservemaschinen gering, sodaß letztlich der schlechtere Wirkungsgrad nicht allzusehr ins Gewicht fällt. Die Maschinensätze eines Kraftwerks müssen also weit über den Durchschnitt der erforderlichen Leistung bemessen werden, dadurch wird die Wirtschaftlichkeit eines Elektrizitätswerkes stark beeinträchtigt, was sich schließlich in einer Verteuerung der Elektrizität selbst auswirkt. Um das Verhältnis der ausgenutzten Maschinenleistung zu der notwendigen Leistung günstiger zu gestalten, hat man die Verbundwirtschaft eingeführt, die im folgenden besprochen wird.

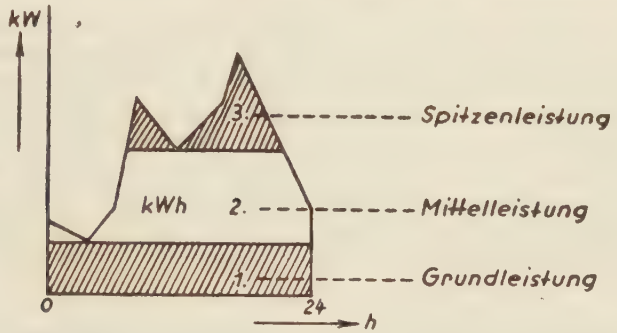
3. Die Verbundwirtschaft.

Unter Verbundwirtschaft faßt man zusammen:

1. den Verbundbetrieb, (darunter versteht man eine Kupplung der Wasser- und Wärmekraft im innerstaatlichen Verkehr).
2. die Austauschwirtschaft, (sie bedeutet eine Verbindung der Leitungsnetze von Firmen untereinander, die zu einer gegenseitigen Unterstützung bei evtl. Bedarfsdeckungsschwierigkeiten dient).
3. den Außenverkehr, (er umfaßt die Stromlieferung, die von dem Deutschen Reich in das Ausland erfolgt und die vom Ausland nach Deutschland getätigt wird.

ad 1.

Die Ueberlegungen, die der Einrichtung eines Verbundbetriebes vorrausgingen, sind folgende: — Wasserkraftwerke arbeiten gegenüber Wärmekraftwerken mit geringeren Kosten —, es ist deshalb zweckmäßig, Wasserkraftwerke nach Möglichkeit voll zu beschäftigen und Wärmekraftwerke nur nach Bedarf in die Produktion einzuschalten. Das hat dazu geführt, daß man das Belastungsdiagramm in Zonen aufteilte und den Werken dadurch ihre Arbeitsweise vorschrieb; siehe hierzu untenstehende Skizze.



Die erste Zone umfaßt einen gleichbleibenden Leistungsbetrag über 24 Stunden, die als Grundleistung bezeichnet wird. Zur Deckung dieser Grundleistung werden vorwiegend Wasserkraftwerke und von den Wärmekraftwerken nur solche herangezogen, die auf Grund der Verwertung eines billigen Brennstoffes bsplw. durch die Braunkohle, eine billige Krafterzeugung gewährleisten. Die Werke, die zur Deckung der Grundleistung dienen, nennt man Grundlastwerke.

Die zweite und dritte Zone umfaßt nur Leistungsbeträge, die zu gewissen Zeiten von dem Kraftwerk verlangt werden, es sind dies: die Mittel- und Spitzenleistung. Ein typisches Beispiel für Mittellastwerke bieten die Stadtkraftwerke, da diese teilweise zum Grundstrombezug übergegangen sind und nur den zusätzlichen Strombedarf aus ihren eigenen Maschinensätzen erzeugen. Die Deckung der Spitzenleistung obliegt im allgemeinen reinen Spitzenbedarfsdeckungsmaschinen, wozu an erster Stelle der Diesel zählt, der auf Grund einer kurzen Anlaufzeit rasch in die Produktion eingeschaltet werden kann.

ad 2.

Die Austauschwirtschaft bezweckt — in gleicher Weise wie der Verbundbetrieb — die Herabsetzung der Kosten für die Erzeugung elektrischer Energie. Der Elektrizitätsaustausch beruht auf Uebereinkommen, die zwischen mehreren Elektrizitätswerken getroffen worden sind und die eine gegenseitige Unterstützung bei Strommangel zum Ziele haben. Diese

gegenseitige Belieferung erfolgt nur kurzzeitig, im allgemeinen gleichen sich Elektrizitätsbezug und E.-lieferung am Jahresende aus, sodaß keine besondere Verrechnung zu erfolgen braucht. Den einzelnen Werken entsteht dadurch der Vorteil, daß die installierte Leistung und die Reserveleistung erheblich verringert werden können, da bei Höchstleistungen jederzeit eine Unterstützung von anderen Werken erfolgen kann und man somit nicht nur auf die eigene Maschinenleistung allein angewiesen ist.

ad 3.

Der Außenverkehr des Deutschen Reiches mit elektrischem Strom beruht zum Teil auf den Vorteilen, die der Verbundbetrieb vermittelt. So werden beispielsweise aus den Wasserkräften der Schweiz im Sommer und in den Nachtstunden größere Elektrizitätsmengen bezogen, während im Winter, sobald sich in der Schweiz ein Wassermangel bemerkbar macht, eine Belieferung aus deutschen Wärmekraftwerken erfolgt. In einem besonderen Kapitel über den Außenverkehr des Deutschen Reiches mit Elektrizität, werden nähere Erläuterungen hierüber gegeben und weitere Beispiele über den Außenverkehr an Hand statistischer Unterlagen behandelt.

C. Heutiger Stand der Besitzverhältnisse innerhalb der Elektrizitätswirtschaft:

Vorbemerkungen:

Das Besitzverhältnis bezieht sich auf die Finanzierung der Elektrizitätswerke. Man unterscheidet 3 Finanzierungsformen:

1. die öffentliche Hand, (Staat, Stadt, Provinz usw.
2. die Privathand,
3. die gemischte Finanzierungsform.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, möchte ich darauf hinweisen, daß die Unterteilung in Eigenanlagen und öffentliche Elektrizitätswerke nach dem Zweck, für den der Strom erzeugt wurde, ob für Eigenverwendung oder für Verwendung Dritter erfolgte, und daß Elektrizitätswerke der öffentlichen Hand und öffentliche Elektrizitätswerke begrifflich nichts gemeinsam haben. Es kann beispielsweise ein öffentliches Elektrizitätswerk sich im Besitz der öffentlichen Hand, im Privatbesitz oder in einem gemischtwirtschaftlichen Besitz befinden, ebenso verhält es sich mit den Eigenanlagen.

1. Oeffentliche Elektrizitätswerke:

Aus der Tabelle 8 Seite 18 ist bereits unter dem Abschnitt: die Entwicklung der Elektrizitätswerke in wirtschaftlicher Hinsicht, auf die Besitzverhältnisse der Elektrizitätswerke eingegangen worden. Die letzte Vergleichsmöglichkeit über den heutigen Stand des Besitzverhältnisses datiert aus dem Jahre 1931 und läßt erkennen, daß die öffentliche Hand insgesamt mit

51 % an der Stromerzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke beteiligt ist, die Privathand mit 11,1 % und die gemischtwirtschaftliche Unternehmungsform (also Privatbesitz und öffentliche Hand zusammen) mit 37,9 %. Die gemischtwirtschaftliche Unternehmungsform hat sich als die bestgeeignete Unternehmungsform innerhalb der Elektrizitätswirtschaft erwiesen und wird aller Wahrscheinlichkeit nach in Zukunft noch an Bedeutung gewinnen.

2. Eigenanlagen:

Die Anlehnung an die bisherige Forschung, die sich auf eine Untersuchung der Eigenanlagen und der öffentlichen Elektrizitätswerke erstreckte, müssen wir uns ebenfalls, nachdem wir die Besitzverhältnisse der öffentlichen Elektrizitätswerke kennen gelernt haben, den Eigenanlagen zuwenden. Auf Seite 2 ff. wurde gelegentlich der Besprechung der einzelnen statistischen Quellen darauf hingewiesen, daß 1925 erstmalig eine Erhebung über Eigenanlagen angestellt wurde; es ist uns deshalb nicht möglich, die Besitzverhältnisse der Eigenanlagen vor 1925 zu erfassen, und wir müssen uns damit begnügen, den augenblicklichen Stand, wie er sich uns aus dem Jahre 1930 an Hand der Deutschen Reichsstatistik darbietet, zu beurteilen.

Da die Deutsche Reichsstatistik ebenfalls die Besitzverhältnisse der öffentlichen Elektrizitätswerke vollkommen unabhängig von der Reichsverbandsstatistik seit 1925 erfaßt, ist es sehr interessant, einmal einen Vergleich beider Statistiken über dieselbe Ermittlung anzustellen, um dadurch zu erforschen, wie stark die Angaben der Reichsverbandsstatistik von der zuverlässigeren Veröffentlichung der Deutschen Reichsstatistik abweichen. Um diesen Vergleich zu ermöglichen, der im Anschluß an die Besprechung der Eigenanlagen durchgeführt wird, werden die Angaben, die die Reichsstatistik über die Besitzverhältnisse der öffentlichen Elektrizitätswerke macht, in die nun folgende Tabelle mit übernommen.

Tabelle 12[22])

Stromanteil in Prozent der Stromerzeugung der Eigenanlagen und der öffentlichen Elektrizitätswerke unterteilt nach dem Besitzverhältnis 1930:

Besitzer	Stromerzeugung jeweils in % der Gesamtstromerzeugung: Oefftl. W.	Eigenanl.
1. Reich	14,10	0,085
2. Reichsbahn	1,61	—
3. Länder	9,23	1,58
4. Provinzen	0,39	0,047
5. Kreise	0,34	0,018
6. Gemeinden	20,70	0,150
7. Mehrere öffentl. Körperschaften	14,00	0,570
8. Oeffentl. Hand insgesamt:	60,37	1,950
9. Privatwerke an denen die öfftl. Hand satzungsgemäß beteiligt ist	29,00	7,85
10. Reine Privatwerke	10,63	89,70
Summa: (8—10)	100,00 %	100,00 %

Wir erkennen aus obiger Tabelle, daß Eigenanlagen sich zu ca. 90 % (Zeile 10) in Privatbesitz befinden, und daß in dem Posten von Zeile 9 mit ca. 8 % die Privathand ebenfalls noch beteiligt ist, sodaß praktisch fast die gesamten Eigenanlagen in Privatbesitz sind. Nach der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft zu urteilen, ist der Tatbestand, daß sich die Eigenanlagen stets vorwiegend in Privatbesitz befunden haben, ohne weiteres anzunehmen. Es dürfte somit durch die fehlenden statistischen Angaben aus den Jahren vor 1925, kein allzugroßer Nachteil für die Beurteilung der Besitzverhältnisse der Eigenanlagen zu erblicken sein.

3. Vergleich der Angaben der Reichsverbandsstatistik und der Deutschen Reichsstatistik über die Besitzverhältnisse der öffentlichen Elektrizitätswerke aus dem Jahre 1930.

Die Gegenüberstellung der beiden Angaben erfolgt in der Weise, daß die entsprechenden Zeilen aus der Tabelle 8 (Zeile 5, 6 und 7) und aus der Tabelle 12 (Zeile 8, 9 und 10) in untenstehender Tabelle zusammengefaßt werden.

---

22) Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, 1934, S. 148 „Die Besitzverhältnisse der öffentlichen Elektrizitätswerke und Eigenanlagen im Jahre 1930".

Tabelle 13.

Stromanteil in Prozent der Stromerzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke, unter Berücksichtigung des Besitzverhältnisses.

Besitzer	Tabelle 8 Deutsche Reichstst.	Tabelle 12 Reichsverbdsst.
1. Privathand	10,63%	11,3%
2. Privathand + öffentl. Hand (gemischtwirtschaftlich)	29,00%	31,4%
3. Oeffentliche Hand insgesamt	60,37%	57,3%
Insgesamt:	100,00%	100,0%

Aus obenstehender Tabelle erhalten wir den Beweis dafür, daß die Reichsverbandsstatistik auf Grund der nur geringen Abweichungen für die Beurteilung der Verhältnisse innerhalb der öffentlichen deutschen Elektrizitätswirtschaft verwendet werden kann.

4. Die Sozialisierungsbestrebungen in der Elektrizitätswirtschaft.

Im Anschluß an den verlorenen Krieg bemühte sich der Staat im Zuge der Sozialisierung, die Elektrizitätswirtschaft an sich zu reißen. Man glaubte nur auf diese Weise die größtmögliche Wirtschaftlichkeit innerhalb der elektrizitätserzeugenden Industrie zu erreichen. Die Durchführung der Bestimmungen, die von dem Staat zur Verwirklichung dieses Zieles erlassen wurden, stießen auf einen energischen Widerstand. Die deutschen Länder sahen sich ihrer Sonderrechte beraubt, die ihnen erlaubten, eigenmächtig Elektrizitätswerke zu errichten, da für den Bau von Erzeugungs- und Verteilungsanlagen Gewerbefreiheit herrschte. Zu der von den Ländern betriebenen Abwehr der Sozialisierung gesellten sich die Privatwerke hinzu, deren Einfluß auf die Elektrizitätswirtschaft ebenfalls auf dem Spiele stand. Von dem größten Zusammenschluß der privaten Elektrizitätswerke, dem heutigen Reichsverband der Elektrizitätsversorgung, wurde auf einer Protestkundgebung folgende Entschließung gefaßt: „Eine Fiskalisierung der Elektrizitätswirtschaft wird abgelehnt, denn man erwartet hieraus eine vollkommene Zentralisation unter rein bürokratischer Verwaltung, die für die ungehinderte Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft nur hinderlich sein kann".

Die Widerstände, die aus den Ländern und aus privaten Kreisen sich ergaben, brachten schließlich die Maßnahmen der Regierung zum Scheitern. Das Verharren auf dem Standpunkt, die Sozialisierung mit allen Mitteln durchzuführen, wurde mit der Zeit von Seiten der Regierung selbst abgeschwächt, da man immer mehr erkannte, daß sich die Elektrizitätswirtschaft nur in der freien Konkurrenz zur größten Rentabilität ihrer Betriebe entfalten kann.

Die Sozialisierungsgesetzgebung, die die Elektrizitätswirtschaft in das Eigentum und die Selbstbewirtschaftung des Staates zu überführen trachtete, hatte ihr Ziel also verfehlt, und man war zur Einsicht gelangt, daß die Beseitigung der privaten Leistung und des Privateigentums innerhalb der Elektrizitätswirtschaft in keiner Weise wirtschaftlichen Grundsätzen entsprechen würde.

Der nationalsozialistische Staat hat sich erneut mit der Elektrizitätswirtschaft befaßt, aber seine Ziele unterscheiden sich wesentlich von denen der Systemzeit: zunächst sollen das Privateigentum und die Privatinitiative nicht beseitigt, sondern zu reger Mitarbeit innerhalb der Elektrizitätswirtschaft herangezogen werden, und es sollen kommunale, staatliche und privatwirtschaftliche Betriebe in ihrer bisherigen Form erhalten bleiben. Dagegen wird sich der Staat — was grundsätzlich entscheidend ist — eine Eingriffsmöglichkeit in den Ablauf des wirtschaftlichen Geschehens innerhalb der Elektrizitätswirtschaft vorbehalten. Eine Regelung, die im Verfolg dieses Zieles bereits erlassen wurde, ist die, daß die Betriebsführer der öffentlichen wie der privaten Energieversorgung in die Reichsgruppe VI der gewerblichen Wirtschaft „Energiewirtschaft" mit ihrer Untergruppe Elektrizitätsversorgung eingegliedert wurden.

Auf der Jahrestagung der Elektrizitätswerke in Saarbrücken vom 27. September 1935, an der sich die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung und der Reichsverband der Elektrizitätsversorgung beteiligten, wurden richtunggebende Ausführungen über die bevorstehenden Neuordnungen der deutschen Elektrizitätswirtschaft gemacht. Reichsbankpräsident und Reichswirtschaftsminister Dr. Schacht kündete den Erlaß eines Energiewirtschaftsgesetzes an und führte unter anderem aus, daß die Grundgedanken dieses Gesetzes von dem Prinzip der Billigkeit (siehe Elektrizitätstarife) und der Sicherheit der Energieversorgung (siehe Abschnitt „Probleme der Landesverteidigung") beherrscht seien. Die Sicherheit oder Wehrhaftmachung der deutschen Energieversorgung könne nur erreicht werden, wenn die Aufsicht über die Energieversorgung in eine zentrale Hand gelegt würde. Der zweite Grundsatz, die Verbilligung der Elektrizitätsversorgung, ist eine Forderung, die heute mehr denn je von größter Bedeutung ist, da sowohl die Industrie als auch die Landwirtschaft durch die Möglichkeit eines verbilligten Strombezuges leistungsfähiger gestaltet werden müsse.

Das Energiewirtschaftsgesetz ist nicht als Notverordnung gedacht, sondern es soll eine Regelung auf lange Dauer darstellen und somit ein Beitrag zur Verwirklichung der Ziele sein, die der Führer gestellt hat, nämlich die Gewinnung deutscher Freiheit in staatlicher, sozialer und wirtschaftlicher Beziehung herbeizuführen.

IV. Abschnitt: Krafterzeugung, Außenverkehr und Kraftverbrauch.

A. Krafterzeugung.

Zum Nachweis der Stromerzeugungszunahme dienen uns statistische Unterlagen. Bei der Besprechung der Besitzverhältnisse auf Seite 18 und 28 wurde bereits darauf hingewiesen, daß uns für die Beurteilung der Verhältnisse vor 1925 nur die Angaben der Reichsverbandsstatistik zur Verfügung stehen, die nur öffentliche Elektrizitätswerke erfaßt; infolgedessen haben wir über die Gesamtstromerzeugung, d. h. über die Stromerzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke einschließlich der Eigenanlagen erst vom Jahre 1925 an statistische Unterlagen.

In diesem Abschnitt werden wir zunächst unter Zuhilfenahme der Reichsverbandsstatistik die Entwicklung sowohl der installierten Maschinenleistung als auch die der Stromerzeugung von dem Jahre 1900 an bis in die heutige Zeit verfolgen und daran anschließend, unter Verwendung der Angaben der Deutschen Reichsstatistik, die Stromerzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke einschließlich der Eigenanlagen vom Jahre 1925 bis in die heutige Zeit verfolgen.

Tabelle 14[23]).

Die Stromerzeugung und die installierte Maschinenleistung der öffentlichen Elektrizitätswerke.

Jahr:	Installierte Maschinenleistung		Stromerzeugung	
	abs.	Kettenindex:*)	abs.	Kettenindex:
1900	0,146 Mill. kW	100	246 Mill. kWh	100
1903	0,249 „ „	170	413 „ „	168
1906	0,385 „ „	154	749 „ „	181
1908	0,661 „ „	172	1 095 „ „	145
1911	0,984 „ „	149	1 836 „ „	167
1913	1,250 „ „	127	2 533 „ „	138
1914	1,600 „ „	128	2 782 „ „	110
1919	2,529 „ „	158	5 067 „ „	182
1922	3,268 „ „	129	7 891 „ „	156
1925	4,458 „ „	136	9 760 „ „	124
1927	5,776 „ „	129	12 444 „ „	127
1929	7,550 „ „	131	16 610 „ „	133
1932	8,150 „ „	108	13 410 „ „	80

23) VDEW-Mitteilungen „Die Elektrizitätswirtschaft" (heute Zeitschrift des Reichsverbandes der Elektrizitäts-Versorgung (REV), Franck'sche Verlagshandlung, Keller Stuttgart, 1929, S. 577 ff.

Aus obenstehender Tabelle ist zu ersehen, daß die Stromerzeugung im Jahre 1932 erstmalig einen Rückgang zu verzeichnen hat, was aus dem Index in Höhe von 80 veranschaulicht wird. Die installierte Maschinenleistung hat dagegen bis zum Jahre 1932 einen Anstieg erfahren, wenn auch mit dem Index von 108 der Tiefststand in der Zunahme der Bautätigkeit erreicht worden ist.

Die Entwicklung der Gesamtstromerzeugung Deutschlands können wir mit Hilfe der Deutschen Reichsstatistik vom Jahre 1925 ab bis in die neueste Zeit verfolgen. Siehe untenstehende Tabelle.

Tabelle 15[24]).

Gesamtstromerzeugung und gesamte installierte Maschinenleistung der Eigenanlagen und der öffentlichen Elektrizitätswerke Deutschlands in den Jahren 1925—1934.

Jahr	Stromerzeugung in Mill. kWh	Kettenindex	Installierte Maschinenleistung	
			in 1000 kW	Kettenindex
1925	20 340	100	—	—
1926	21 217	104	9 555	100
1927	25 134	118	10 242	107
1928	27 870	111	11 101	108
1929	30 660	110	12 416	111
1930	28 913	94	13 168	105
1931	25 787	89	13 049	99
1932	23 459	91	12 879	98
1933	25 000	106	—	—
1934	27 000	108	—	—

Zur Vervollständigung obiger Tabelle werden noch die entsprechenden Zahlen für öffentliche Elektrizitätswerke und Eigenanlagen nachgetragen.

---

*) Kettenindex, Rechnungsbspsfl.

$$\begin{array}{l} 0{,}146 - 100 \\ 0{,}249 - x \end{array}$$

$$x = \frac{0{,}249}{0{,}146} \cdot 100 = 170$$

24) Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, 1934, S. 147.

Tabelle 16.

Stromerzeugung der Eigenanlagen und der öffentlichen Elektrizitätswerke von 1925—1934.

Jahr	Stromerzeugung der öffentlichen E.-Werke		Stromerzeugung der Eigenanlagen	
	Mrd. kWh	Kettenindex	Mrd. kWh	Kettenindex
1925	9,92	100	10,42	100
1927	12,32	124	12,81	123
1928	14,14	114	13,73	107
1929	16,39	115	14,27	103
1930	15,91	97	13,00	91
1931	14,41	90	11,38	87
1932	13,43	93	10,03	88

Die Zahlen über die Stromerzeugung (Tabelle 15) in den Jahren 1933 und 1934 wurden unter Zugrundelegung der Monatsstatistik aus den betreffenden Jahren geschätzt. Im Anschluß an die Besprechung der Ergebnisse aus der Tabelle 15 werden hierüber noch genauere Angaben gemacht.

Wir erkennen aus der Tabelle 15, daß die Stromerzeugung mit dem Jahre 1929 ihren Höhepunkt erreicht hat, obwohl der Index bereits 1928 erkennen läßt, daß die Entwicklung, durch wirtschaftliche Faktoren beeinflußt, zurückging. Der Index der installierten Leistung steigt bis zum Jahre 1929 an und fällt dann im Jahre 1932 unter den Stand des Jahres 1926, während die absoluten Zahlen immer noch ein Ansteigen der installierten Leistung erkennen lassen. Die installierte Leistung zeigte also gegenüber der Stromerzeugung eine verspätete Krisenempfänglichkeit, da selbst, als ein verminderter Stromverbrauch sich bemerkbar machte, und damit die Gewinnaussichten innerhalb der Elektrizitätswirtschaft geschwunden waren, eine weitere Installierung erfolgte. Eine Erklärung für diese Feststellung ist darin zu suchen, daß die im Bau befindlichen Werke, trotz schlechter Konjunktur zunächst fertiggestellt wurden, da man die Krise alsbald für überwunden glaubte, da dies aber nicht der Fall war, setzte nunmehr ein rapider Rückgang in der Bautätigkeit ein und damit in der Zunahme der installierten Maschinenleistung. Bei einem Vergleich der Eigenanlagen und der öffentlichen Elektrizitätswerke inbezug auf ihr Verhalten während der Krise (Tabelle 16) kann festgestellt werden, daß die Eigenanlagen gegenüber öffentlichen Elektrizitätswerken krisenempfindlicher sind; das ist darauf zurückzuführen, daß die Industrie durch Kurzarbeit und durch Stillegung der Betriebe eher zu einem verringerten Stromverbrauch neigt, als dies in der öffentlichen Stromversorgung der Fall ist, da beispielsweise Haushaltungen und öffentliche Beleuchtung im allgemeinen von einer Wirtschaftskrise unberührt bleiben.

In der Tabelle 15 S. 34 wurden die monatlichen Erhebungen des Statistischen Reichsamtes zur Beurteilung des Entwicklungsstandes der Elektrizitätswirtschaft für die Jahre 1933 und 1934 herangezogen. Dies erwies sich deshalb als notwendig, da bis zum Zeitpunkt der Anfertigung dieser Arbeit die Angaben über die Jahresstromerzeugung des Statistischen Reichsamtes noch nicht vorlagen. Auf Seite 3 wurde darauf hingewiesen, daß die Monatsstatistik aus Erhebungen, die in 122 Werken sowohl aus Eigenanlagen und öffentlichen Elektrizitätswerken vorgenommen werden, zustande kommt, und daß die Gesamtstromerzeugung dieser 122 Werke über den Verlauf eines Jahres etwa die Hälfte der Gesamtstromerzeugung Deutschlands ausmacht.

Von letzterer Tatsache habe ich bei der Schätzung der Jahresstromerzeugung Deutschlands von 1933 und 1934 Gebrauch gemacht. Bevor ich diese Angaben verwert habe, hielt ich es für erforderlich, einmal festzustellen, wie groß die Differenz zwischen der Jahresstromerzeugung der Monatsstatistik und der der Jahresstatistik ist, damit unter Berücksichtigung einer etwa erforderlichen Korrektur eine annähernde Genauigkeit bei der Vorausschätzung der Stromerzeugung erreicht werden kann. Siehe hierzu untenstehende Tabelle.

Tabelle 17.

Gegenüberstellung der Ergebnisse über die Jahresstromerzeugung Deutschlands aus der Monatsstatistik und der Jahresstatistik des Statistischen Reichsamtes. (Die Jahresstromerzeugung aus der Monatsstatistik wird durch Summation und Verdopplung der aus 122 Werken im Jahresverlauf erzeugten Strommenge erhalten.)

Jahr:	Monatsstatistik Stromerzeugung in Mill. kWh 1	Jahresstatistik Stromerzeugung in Mill. kWh 2	Differenz zwischen 1 und 2 in Mill. kWh 3
1929	33 805,5	30 660,8	3 144,8
1930	32 394,2	28 913,8	3 480,4
1931	28 520,0	25 787,9	2 732,1
1932	26 130,4	23 459,7	2 670,7
1933	28 400,0	*) 25 000,0	3 400,0
1934	30 100,0	*) 27 000,0	3 100,0

*) = geschätzt!

Die Abweichung der Monatsstatistik gegenüber der Jahresstatistik betrug in den Jahren von 1929—1932 durchschnittlich 3007 Mill. kWh, d. s. etwa 11% der Gesamtstromerzeugung Deutschlands. Bei einer Subtraktion dieser Mehranzeige von den aus der Monatsstatistik errechneten Jahresstromerzeugung aus den Jahren 1933 und 1934 würde sich für das Jahr 1933

25 393 Mill. kWh und für das Jahr 1934 27 093 Mill. kWh an erzeugter elektrischer Energie ergeben. Da diese Berechnung ebenfalls Fehler einschließt, habe ich beide Zahlen abgerundet und für das Jahr 1933 25 000 Mill. kWh und für 1934 27 000 Mill. kWh als wahrscheinlichsten Wert eingesetzt.

B. Außenverkehr.

1. Außenverkehr des Deutschen Reiches mit elektrischem Strom.

(Ich verweise in diesem Zusammenhang auf die Nomenklatur, die über Außenverkehr auf Seite 28 eingeführt wurde.)

Das Deutsche Reich ist bei der Deckung seines Elektrizitätsbedarfs nicht von dem Auslande abhängig, das ergibt sich aus dem Hinweis, daß der Elektrizitätsbezug im Jahre 1929 aus dem Ausland noch unter 2% der Gesamtstromerzeugung Deutschlands lag. Der Außenverkehr des Deutschen Reiches mit elektrischem Strom ist aus reinen wirtschaftlichen Erwägungen heraus zustande gekommen. Auf welche Länder und in welcher Höhe (gemessen in kWh) sich die elektrizitätswirtschaftlichen Beziehungen mit den einzelnen ausländischen Staaten belaufen, darüber unterrichten uns die von dem Deutschen Statistischen Reichsamt angestellten Erhebungen. Siehe hierzu Tabelle 18.

Tabelle 18[25]).

Außenverkehr des Deutschen Reiches mit elektrischem Strom.

Länder:	Abgabe in 1000 kWh	Bezug in 1000 kWh
1. Belgien	14	—
2. Dänemark	—	6 600
3. Danzig	9 670	369
4. Frankreich	47 540	9 899
5. Niederlande	1 692	22
6. Luxemburg	—	—
7. Memelgebiet	23	—
8. Oesterreich	5 246	254 981
9. Polen	10 857	36 682
10. (Saargebiet)	12	39 835
11. Schweiz	42 072	228 945
12. Tschechoslowakei	16 561	609
Insgesamt:	133 687	577 942

Auf Seite 28 wurde bereits auf den Außenverkehr des Deutschen Reiches mit elektrischem Strom zwischen Deutschland und der Schweiz hingewiesen. Aus obiger Tabelle können wir nun entnehmen, daß rein zahlenmäßig die

25) Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, 1934, S. 147.

stärksten Bindungen zwischen Stromabgabe und -bezug zwischen Deutschland und der Schweiz bestehen, die durch geographische Verschiedenheiten beider Nationen begünstigt werden. Die Schweiz ist in der glücklichen Lage, im Sommer, infolge der Schneeschmelze, einen Wasserüberfluß aus seinen Hochgebirgsflüssen zu haben, woraus erhebliche Strommengen gewonnen werden können. Deutschland nutzt dagegen hauptsächlich Mittelgebirgsflüsse zu seiner Stromerzeugung aus, die im Sommer weniger, dafür aber im Winter umso mehr Wasser den Elektrizitätswerken zur Verfügung stellen. Beide Staaten Deutschland und die Schweiz ergänzen sich in der Stromversorgung in der Weise, daß die Schweiz im Sommer Deutschland mit Strom beliefert, während Deutschland im Winter aus seinen Wärmekraftwerken Strom an die Schweiz abgibt.

Aus dem Stromaustausch zwischen Deutschland und Frankreich ergibt sich ein Saldo zu Gunsten Deutschlands, der aber finanziell gesehen, Deutschland fast keine Vorteile bietet, da in dem vermehrten Export Reparationslieferungen eingerechnet sind, die nach dem Vertrag von Versailles bis zum Jahre 1935 kostenlos zu erfolgen haben.

Die willkürliche Gebietsabtrennung, die sich nach dem Krieg an die Tschechoslowakei und an Polen vollzog, ist der Grund für die Verflechtungen im zwischenstaatlichen Stromaustausch zwischen diesen Ländern und Deutschland. Die Grenzziehung erfolgte oft in der Weise, daß Elektrizitätswerke von ihrem Versorgungsgebiet getrennt wurden, sodaß die Stromerzeugung dieser Werke, die früher deutsches Besitztum waren und deutsches Gebiet zu versorgen hatten, heute in der Statistik des Außenverkehrs des Deutschen Reiches mit elektrischem Strom erscheinen.

Andere noch in der Statistik aufgeführte Staaten, die mit Deutschland elektrizitätswirtschaftliche Interessen teilen, sind der geringen Strommenge wegen, die im Austauschverkehr erscheinen, unbedeutend.

Da die statistischen Erhebungen der Tabelle 18 sich auf das Jahr 1929 beziehen, finden wir in der Zeile 10 das Saargebiet noch mit in diese Erhebung einbezogen. Inzwischen hat sich die Rückgliederung des Saargebietes in das Deutsche Reich vollzogen, was sich zukünftig in der Statistik darin äußern wird, daß die Stromerzeugung des Saargebietes mit in die Gesamtstromerzeugung Deutschlands einbezogen werden wird.

2. Plan einer europäischen Elektrizitätswirtschaft.

Von Dr.-Ing. Oliven.

Wir entnehmen einem Vortrag, den Dr.-Ing. Oliven im Jahre 1930 auf der Weltkraftkonferenz in Berlin über das Thema „Europas Großkraftlinien" hielt, Vorschläge zur Schaffung einer europäischen Elektrizitätswirtschaft. Oliven unterbreitete bei dieser Gelegenheit einen Plan zur wirtschaftlichen Stromversorgung Europas, wonach ein Leitungsnetz von einer Spannung von 380 000—400 000 Volt über den ganzen Kontinent errichtet werden sollte. Die Linienführung ist hierbei so gewählt, daß jeweils Länder

mit großen Energievorräten miteinander in Verbindung gebracht werden sollen. Aus der folgenden Zusammenstellung sind die geplanten Strecken zu erkennen, die nach ihrer Länge und den wichtigsten Berührungspunkten zusammengestellt sind.

Tabelle 19[26]).

„Europaplan", vorgeschlagen von Dr.-Ing. Oliven.

Strecke:	Entfernung:
Paris—Mitteldeutschland—Oberschlesien—Warschau	1 200 km
Lyon—Alpen—Bukarest—Odessa—Rostow	3 000 km
Norwegen—Schweden—Dänemark—Hamburg—Mitteldeutschland—Tirol—Genua—Rom	3 000 km
Calais—Paris—Lyon—Barcelona—Madrid—Lissabon	2 100 km
Oberschlesien—Wien—Jugoslawien—Albanien	1 500 km

Die Kosten, die für die Schaffung dieses Verteilungsnetzes aufgewendet werden müßten, sollen auf die einzelnen angeschlossenen Staaten nach der Höhe ihres Stromkonsums umgelegt werden; eine gleichartige Regelung ist für die Finanzierung der Kraftwerke selbst in Aussicht gestellt. Eine vorläufige Berechnung hat ergeben, daß der Strom, sofern der Europaplan verwirklicht wird, weit unter dem bisherigen Preis abgegeben werden könnte.

Technisch gesehen, würde die Durchführung des Europaplanes keine großen Schwierigkeiten bereiten, da ähnlich große Versorgerleitungen für die Deckung des innerstaatlichen Elektrizitätsbedarfs in Staaten von großer räumlicher Ausdehnung beispielweise in Rußland und in Amerika schon vorhanden sind. Doch ist es bei den augenblicklichen politischen Verhältnissen nicht ratsam, diesen Plan durchzuführen, da hierdurch ein zu großes Abhängigkeitsverhältnis der Staaten inbezug auf die Elektrizitätsversorgung zustande käme, was sich im Falle einer kriegerischen Auseinandersetzung nachteilig auswirken könnte und zwar nicht nur für die an dem Krieg unmittelbar beteiligten Staaten, sondern unter Umständen für Staaten, die an diesen Auseinandersetzungen unbeteiligt sind.

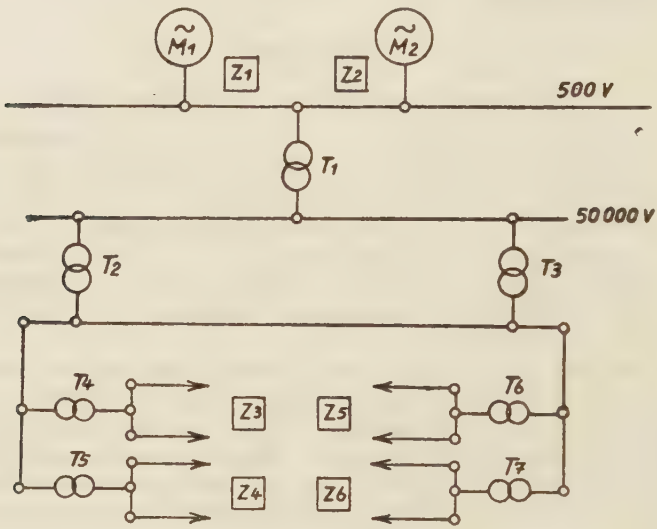
C. Kraftverbrauch.

1. Zusammenhang zwischen Stromerzeugung und Stromverbrauch.

Aus der Tatsache heraus, daß eine Stromspeicherung nicht möglich ist, ergibt sich der Beziehungszusammenhang von Stromerzeugung und Stromverbrauch zwangsläufig so, daß die in jedem Augenblick erzeugte Strommenge gleich dem Stromverbrauch sein muß, unter Berücksichtigung der Verluste, die durch Leitung, Umformung und Magnetisierung entstehen.

26) Deutsche Elektrizitätskonzerne, Das Spezialarchiv der deutschen Wirtschaft, 1931.

Schema zur Erläuterung des Zusammenhangs zwischen Stromerzeugung und Stromverbrauch.



Der von den beiden Maschinen M 1 und M 2 erzeugte Strom gelangt zunächst auf die Sammelschiene. Hier wird der für das Versorgungsgebiet bestimmte Strom zusammengefaßt und von hier aus erfolgt die Stromverteilung. Die Sammelschiene wird dadurch zum Zentralorgan der Schaltanlage. Das aufgezeichnete Schema ist für eine Großkraftwerksanlage bestimmt, die einen großen Versorgerkreis mit Elektrizität zu beliefern hat; infolgedessen muß der von der Maschine erzeugte Strom eine Umspannung auf eine höhere Spannung erfahren, da nur so der Stromtransport mit den geringsten Verlusten durchgeführt werden kann. Der Transformator (T 1) ist hiefür in dem Schema vorgesehen, der eine Spannungserhöhung von 500 Volt auf 50 000 Volt bewirkt. Zur Uebertragung dieser Spannung an den Verbrauchsort sind besondere Leitungen erforderlich. Ein derartiges Verteilungsnetz nennt man Ueberlandzentrale. Da man den Strom mit diesen hohen Spannungen nicht unmittelbar zur Arbeitsleistung verwenden kann, ist eine erneute Umspannung auf niedere Spannung erforderlich, die in den beiden Transformatoren (T 2 und T 3) erfolgt. Die Verteilungs- oder Verbrauchsspannung wird durch die Transformatoren (T 4, T 5, T 6 und T 7) erreicht. Der erzeugte Strom wird durch die Zähler (Z 1) und (Z 2), die sich unmittelbar an der Maschine befinden, registriert. An den Verbrauchsstellen selbst erfolgt wiederum eine Zählung durch (Z 3, Z 4, Z 5 und Z 6).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß zwischen der Stromerzeugung und dem Stromverbrauch folgende Beziehung besteht:

Erzeugung = Verbrauch + Verluste;

unter Verwendung der eingeführten Bezeichnungen für die Meßgeräte:

Ablesung Z 1 + Z 2 = Ablesung Z 3 + Z 4 + Z 5 + Z 6 + Verluste.

Die Stromerzeugung ist also gleich dem Stromverbrauch, wenn man von den Uebertragungsverlusten absieht. In der nun folgenden Betrachtung wollen wir den Stromverbrauch der Industrie feststellen.

2. Stromverbrauch der Industrie.

Der Stromverbrauch der Industrie ist nur unter gleichzeitiger Verwendung der Deutschen Reichsstatistik und der Reichsverbandsstatistik zu ermitteln. Hierbei gibt uns die Reichsstatistik den Strom an, der von den Eigenanlagen erzeugt wird, und die Reichsverbandsstatistik liefert uns Angaben über die von der Industrie bezogenen Strommengen aus öffentlichen Elektrizitätswerken. Die Summe beider Angaben ergibt den Strombedarf der Industrie. Hierbei unterläuft folgender Fehler, der in Ermangelung von geeigneten statistischen Unterlagen nicht ausgeschaltet werden kann: die Eigenanlagen geben zuweilen Strom an das öffentliche Leitungsnetz ab, obwohl diese Stromabgabe 4% der Stromerzeugung der Eigenanlagen schätzungsweise nicht übersteigen wird, sind wir doch genötigt, in dem Endergebnis der nun folgenden Zahlenangaben eine Korrektur vorzunehmen.

Tabelle 20.

Strombedarf der Industrie im Jahre 1931:

Stromerzeugung der Eigenanlagen. Angabe der Reichsstatistik 1	Stromabgabe der öffentl. Werke an die Industrie 2	Summe über 1 und 2 = gleich Versorgung der deutschen Industrie mit Elektrizität
11,38 Mrd .kWh	7,70 Mrd. Wkh	19,08 Mrd. kWh

Unter Berücksichtigung der 4%, die von den Eigenanlagen an das öffentliche Leitungsnetz abgegeben werden, bleibt für den Stromanteil, der in den Eigenanlagen für den Bedarf der Industrie abgegeben wird, nur noch ca. 11 Mrd. kWh und somit für den gesamten Industriestrombedarf 11 + 7,70 = **18,70 Mrd. kWh.** Da im Jahre 1931 die Gesamtstromerzeugung in Deutschland 25,8 Mrd. kWh betrug, die Industrie davon allein 18,70 Mrd. kWh benötigte, war die Industrie also mit ca. **72,5%** an dem Gesamtstromverbrauch Deutschlands beteiligt.

3. Stromverbrauch der an das öffentliche Leitungsnetz angeschlossenen Verbraucher.

Die Reichsverbandsstatistik unterscheidet unter den an das öffentliche Leitungsnetz angeschlossenen Verbraucher 5 Verbrauchergruppen. Von jeder Verbrauchergruppe erhalten wir Angaben über die Höhe der installierten Leistung und über die verbrauchten kWh, sodaß wir in der Lage sind, die Ausnutzung des Anschlußwertes zu errechnen.

Tabelle 21.

Stromverbrauch und installierte Leistung innerhalb von 5 Verbrauchergruppen. Angaben der Reichsverbandsstatistik aus dem Jahre 1931.

Verbrauchergruppe:	Unmittelbare Stromabgabe in Mrd. kWh	Anschlußwert in Mill. kW	Ausnutzung in h	Ausnutzung in %
1. Großverbraucher	7,70	5,78	1290	15,2
2. Städt. Kleinverbr.	2,32	8,42	275	3,14
3. Landw. Kleinabn.	0,67	4,40	152	1,74
4. Oeffentl. Beleucht.	0,14	0,05	2510	32,0
5. Elektrische Bahnen	1,26	0,52	2430	27,7

Die Ausnutzung der in Zeile 2 und Zeile 3 aufgeführten installierten Leistung ist erstaunlich gering. Der Grund hierfür ist zweifellos in der Eigenart des Anschlusses selbst zu suchen. Nehmen wir einmal die Gruppe der städtischen Kleinverbraucher heraus. Die Verbrauchsgeräte eines Haushaltes wie bsplw.: elektrische Bügeleisen, Heißwasserbereiter, elektrische Beleuchtung, elektrische Heizung, Elektromotore zum Antrieb von Waschmaschinen usf. würden in den seltensten Fällen bei billigster Stromverrechnung stärker benutzt werden als dies augenblicklich der Fall ist. In der Zeile 3, landwirtschaftliche Kleinabnehmer, tragen die hohen installierten Leistungen für Elektromotore, die nur zu Zeiten der Dreschperiode verwendet weren, neben der elektrischen Beleuchtung in Haushaltungen und den bereits genannten Haushaltungsgeräten zur Verschlechterung des Ausnutzungsverhältnisses bei. Dieses Ausnutzungsverhältnis liegt noch unter dem der städtischen Kleinabnehmer. Die in der Zeile 1 aufgeführten Großabnehmer haben ebenfalls eine niedrige Ausnutzung ihrer installierten Leistungsbeträge. Das ist darauf zurückzuführen, daß unter diesen Großverbrauchern eine Anzahl Werkstätten beliefert werden, die zum Strombezug übergegangen sind, da sich eine eigene Stromerzeugung wegen des nur geringen Bedarfs nicht lohnte. Diese Betriebe arbeiten im allgemeinen nur 8 Stunden am Tage und die übrige Zeit liegen sie still, das beeinflußt die Höhe der Ausnutzung der installierten Leistung erheblich. Die öffentliche Beleuchtung ist etwa zu einem Drittel ausgenutzt; das deckt sich auch mit der Ueberlegung, daß etwa ein Drittel des Jahres elektrische Beleuchtung erforderlich ist.

4. Tarife in der Elektrizitätswirtschaft.

Es gibt wohl kaum einen Wirtschaftszweig, in dem die Tarifbildung[27]) solche Schwierigkeiten bietet, als in der Elektrizitätswirtschaft. Das hat seinen Grund darin, daß die Elektrizität nicht speicherfähig ist, und daß soviel erzeugt werden muß wie gerade von allen Verbrauchern verlangt wird. Der Strombezug erfolgt, wie aus dem Belastungsdiagramm auf Seite 25 zu ersehen ist, ungleichmäßig, und es ist die Frage, inwieweit man durch den Tarif eine Beeinflussung der Verbraucherschaft dahingehend bewirken kann, daß die Verbrauchsschwankungen eines Versorgungsgebietes herabgemindert werden.

Die einfachste Stromverrechnung ist die Erhebung einer Pauschalgebühr. Die Pauschalgebühr wird nach der Höhe des Anschlußwertes bemessen; diese berücksichtigt in keiner Weise die für die Elektrizitätswirtschaft so außerordentlich wichtige Benutzungsdauer des Anschlußwertes. Der Pauschaltarif, wie man diese Stromverrechnungsart nennt, wurde zu Beginn der Elektrizitätswirtschaft, als die Zuverlässigkeit der Elektrizitätszähler noch viel zu wünschen übrig ließ, oft verwendet. Der Mangel an gut durchgebildeten Elektrizitätszählern wurde noch dadurch verstärkt, daß man teilweise nicht ausreichend isolierte Leitungen verlegte, sodaß der Zähler zuweilen eine erhebliche Menge Verluststrom registrierte. Dagegen wendeten sich die Verbraucher, diese gaben aber ungerechtfertigter Weise dem Elektrizitätswerk allein die Schuld. Die fortschreitende Technik vermochte diese Mängel zu beheben, es gelang bald einen einwandfreien Elektrizitätszähler zu bauen und die Isolation so gut auszuführen, daß der Verluststrom auf ein Minimum beschränkt werden konnte. Da man immer noch die hohen Kosten für die Anschaffung eines Elektrizitätszählers scheute, konnte sich der Pauschaltarif noch lange Zeit behaupten. Insbesondere hat sich eine einfache Stromverrechnung bsplw. für die Straßenbeleuchtung entwickelt, die man als verfeinerten Pauschaltarif bezeichnen kann. Man geht hierbei davon aus, daß zu Zeiten der Benutzung der für Straßenbeleuchtung installierten Leistung jeweils die Gesamtleistung beansprucht wird. Die Stromkosten ergeben sich alsdann aus einem konstanten Preis für die installierte Leistung multipliziert mit der Brenndauer. Hierfür ist also lediglich ein Zeitzähler erforderlich, der weit billiger ist als ein Elektrizitätszähler.

Der Arbeitstarif ist ein reiner Mengentarif; die durch einen Elektrizitätszähler registrierten Kilowattstunden werden mit einem festen Satz für die Kilowattstunde in Rechnung gesetzt, ähnlich wie die Verrechnung von Wasser, wobei eine Wasseruhr den Durchgang in cbm mißt und die so gewonnnene Zahl mit einem festen Satz für das Kubikmeter multipliziert wird.

Je mehr die Elektrizität an Verbreitung gewann, umso mehr erkannte man die Schwierigkeiten, die sich aus einem ungleichmäßigen Leistungsbezug über den Tages- und Nachtverlauf ergaben. Es galt, die auftretenden

1) Ueber Elektrizitätstarife berichtet der Reichsenquete-Ausschuß III, 1930, Mittler u. Sohn, Berlin, S. 319 ff.

Spitzen nach Möglichkeit abzutragen und die Täler aufzufüllen, denn nur dadurch kann eine größere Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätsunternehmungen erreicht werden. Man kam zu dem Schluß, daß man eine zeitliche Verschiebung des Verbrauchs erreichen müsse, daß bsplw. gewisse Verbrauchsgeräte nicht mehr wie bisher zu Zeiten der Belastungsspitze benutzt werden dürfen, sondern daß nach Möglichkeit diese Geräte in Zeiten von Belastungstälern eingeschaltet werden sollten. Man war sich aber darüber klar, daß dieses Ziel nur über den Weg einer materiellen Vergünstigung erreicht werden könnte, durch Herabsetzung des Strompreises zu gewissen Tagesstunden, hierzu sollte der Doppeltarif dienen.

Der Doppeltarif verfolgt zusammenfassend dargelegt den Zweck, die zeitliche Verteilung des Strombezugs zu beeinflussen. Zur Feststellung des Stromverbrauchs in bestimmten Zeiten, was bei dem Doppeltarif erforderlich ist, mußten besondere Zähler konstruiert werden, sogenannte Doppeltarifzähler. Diese sind mit einem Uhrwerk versehen, das zu Zeiten der Belastungspitze, die auch Sperrzeit genannt wird, automatisch auf eine andere Tarifstufe umschaltet. Das Bestreben der Elektrizitätswerke geht also dahin, den Besitzer eines Verbrauchsgerätes dahingehend zu beeinflussen, daß er die Sperrzeit für den Anschluß des Verbrauchsgerätes meidet. Da meist die Aufgabe ist, den Verbrauch auf die Nacht zu verlegen, spricht man wohl auch von einem Nachttarif.

Der Doppeltarif und der reine Leistungstarif, wie sie hier besprochen wurden, haben einen großen Nachteil; wird nämlich die installierte Leistung von Seiten des Verbrauchers eine Zeit lang nicht benutzt, dann entsteht dem Elektrizitätswerk ein Schaden, Voraussetzung ist allerdings, daß es sich um große Leistungsbeträge handelt. Dieser Schaden kommt wie folgt zustande: entschließt sich bsplw. ein Unternehmer einen größeren Elektromotor in seinem Betriebe aufzustellen, so kann unter Umständen das Elektrizitätswerk gezwungen werden, wenn die bisherige Maschinenleistung nicht ausreicht, dieses Verbrauchsgerät mit zu beliefern, seine Maschinenleistung zu erhöhen. Das Elektrizitätswerk macht also eine Neuinvestierung und hofft dabei auf eine erneute Verdienstmöglichkeit, die durch den Stromverkauf an den gewerblichen Betrieb gegeben ist. Ist der Unternehmer aber durch irgendwelche Zwischenfälle nicht in der Lage, diesen neuen Motor in Betrieb zu nehmen, dann hat das Elektrizitätswerk einen Schaden erlitten. Solche Tatbestände haben das Elektrizitätswerk veranlaßt, einen Leistungstarif einzurichten, der den Zweck hat, das Elektrizitätswerk zukünftig vor solchen Schäden zu bewahren.

Der Leistungstarif läßt in Gestalt einer Grundgebühr die festen Kosten innerhalb des Elektrizitätswerkes vergüten. Feste Kosten sind bsplw. der Kapitaldienst, die Instandhaltungskosten, Verwaltungs- und Betriebskosten, Kosten für die Strommessung und die Stromverrechnung. Bewegliche Kosten sind die Kosten für Heiz- und Betriebsmaterial. Die festen Kosten werden nach dem Leistungstarif in einer Grund- oder Leistungsgebühr erhoben, die von den Elektrizitätswerken je nach der Höhe der

Unkosten verschieden hoch bemessen wird; diese könnte auch als eine Pauschgebühr zur Deckung der festen Kosten bezeichnet werden. Die beweglichen Kosten werden dann durch eine Arbeitsgebühr gedeckt, die entsprechend geringer ist als bei dem reinen Arbeitstarif.

Die Grundgebühr kann so bemessen sein, daß in ihr ein gewisser Strombezug pauschal schon eingerechnet ist; wird dieser Strombezug überschritten, dann erfolgt eine gesonderte Verrechnung der bezogenen kWh nach Art des Arbeitstarifes mit dem Unterschied, daß der Preis pro mehrbezogene kWh billiger verrechnet wird als bei dem reinen Leistungstarif, da in letzterem Falle nur noch die beweglichen Kosten zu decken sind.

Der Leistungstarif findet im allgemeinen nur in industriellen Betrieben Verwendung. Eine Abart dieses Tarifes, der besonders für Haushaltungen in Frage kommt, wurde von der Stadt Frankfurt am Main eingeführt, diesen Tarif bezeichnet man als Wohnungstarif. Der Name sagt schon, daß die Wohnung, d. h. die Zahl der benutzten Zimmer der Stromverrechnung zugrunde liegen. Je nach der Zahl und Stärke der Brennstellen und je nach der Jahreszeit kann man aus einer Tabelle entnehmen wie hoch sich die Stromkosten bei einem Vergleich mit der Zählerangabe belaufen. Bsplw. müssen in einer 4 Zimmerwohnung im Monat Dezember 16 kWh zum Preise von 0,45 Mk. bezogen werden, um die Vergünstigung zu erlangen, weitere bezogene kWh nur noch mit 0,10 Mk. bezahlen zu brauchen.

In der Elektrizitätswirtschaft ist es üblich, im Rahmen des Leistungstarifes, eine getrennte Verrechnung einerseits nach Lichtstrom und andererseits nach Wärme- und Kraftstrom durchzuführen, wobei der Wärme- und Kraftstrom billiger berechnet wird. Das Elektrizitätswerk ist in der Lage, für Wärme- und Kraftstrom einen Preisnachlaß zu gewähren, weil die Benutzung der Elektrizität für diese Zwecke sich über den ganzen Tagesverlauf zu erstrecken pflegt und auf diese Weise die Bestrebungen einen Ausgleich in der Tagesbelastung zu erreichen weitgehend gefördert werden. Diese Verrechnungsart erfordert allerdings eine Anbringung getrennter Zähler, die jeweils den für die einzelnen Zwecke verbrauchten Strom registrieren. Es müssen außerdem besondere Vorkehrungen getroffen werden, daß der Strom, der zu ermäßigtem Preis als Wärme- oder Kraftstrom geliefert wird, nicht für Lichtzwecke verwendet werden kann.

An diesen wenigen Tarifen ist das gesamte Tarifwesen nicht erschöpft, sondern diese Darlegungen sollten nur den Zweck haben, dem Leser eine Grundlage zu vermitteln, nach der er in der Lage ist, andere Tarife beurteilen zu lernen. In der Tat zeigt es sich, daß alle Tarife, die außer diesen hier angeführten Tarifen vorhanden sind, hiermit in einem Zusammenhang stehen, sodaß man von abgeleiteten Tarifen sprechen kann.

Die Schwierigkeiten der Tarifbildung sind aus den wenigen Beispielen zu erkennen. Wünschenswert erscheint es, daß trotz der großen Schwierigkeiten, die mit der Tarifbildung verknüpft sind, eine Vereinheitlichung innerhalb des Tarifwesens sich durchsetzen möge, da hiermit sowohl den Elektrizitätswerken als der Verbraucherschaft gedient ist.

V. Abschnitt: Heutiger Stand der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland mit geographischer Unterteilung insbesondere nach Versorgungsgebieten.

Zur Erleichterung der Uebersicht über die deutsche Elektrizitätswirtschaft habe ich Deutschland in 5 Versorgungsgebiete aufgeteilt. In der nun folgenden Tabelle werden die Versorgungsgebiete zusammengestellt und der auf die einzelnen Gebiete entfallende Stromanteil, gemessen an der Gesamtstromerzeugung Deutschlands, dargestellt. (Die Zusammenstellung erfolgte auf Grund von Veröffentlichungen der Deutschen Reichsstatistik und datiert aus dem Jahre 1932; Lit. Statistisches Jahrbuch, 1934, S. 146.)

Tabelle 22.

Deutschlands Stromerzeugung:

Versorgungsgebiet:	Stromerzeugung: absolut:	in % der Gesamtstrom-
1. Süddeutschland	3 992 017 000 kWh	17,0%
2. Mitteldeutschland	6 010 190 000 „	25,6%
3. Westdeutschland	7 698 017 000 „	32,8%
4. Norddeutschland	4 187 792 000 „	17,8%
5. Ostdeutschland	1 571 753 000 „	6,7%
Insgesamt:	23 459 769 000 kWh	100,0%

Die einzelnen Versorgungsgebiete werden in der Reihenfolge wie sie in obiger Tabelle aufgeführt wurden, eingehend besprochen. Hierbei werden noch weitere Zahlenangaben gemacht, die zur Charakterisierung der einzelnen Versorgungsgebiete beitragen sollen.

1. Süddeutschland.

Tabelle 23.

Stromerzeugung Süddeutschlands.

Gebiet:	Wesamtstrom-erzeugung in 1000 kWh	Ausnutzung in Stunden	Kraftquellen in % der Gesamtstromerzeugung		
			St. K.	Br. K.	Wasser
Bayern	2 711 206	2 180 h	12,8	2,3	82,0
Württemberg	545 283	1 530 h	28,8	0,5	68,6
Baden	732 173	2 160 h	30,7	—	67,5
Hohenzollern	3 355	1 315 h	3,7	—	82,0
Insgesamt	3 992 017	—	—	—	—

Süddeutschland erzeugt **17% der Gesamtstromerzeugung** Deutschlands.

Auf Seite 10, Tabelle 3 wurden Schätzungen über das Wasserkraftvorkommen Süddeutschlands veröffentlicht, worin zu erkennen war, daß Süddeutschland allein 60% der deutschen Wasserkräfte beheimatet. Diese Tatsache finden wir in einer hohen Stromerzeugung aus der Wasserkraft für das süddeutsche Gebiet in obiger Tabelle bewiesen.

Die Elektrizitätswirtschaft in Bayern[28], [29], [30].

Unter der Leitung des Bayerischen Staates erfolgte innerhalb der Elektrizitätswirtschaft eine systematische Ausnutzung der Wasserkraftvorkommen, die den Energiereichtum Bayerns ausmachen. Im Jahre 1908 gründete das Bayerische Staatsministerium bereits eine Abteilung für Wasserkraftausnutzung, dieser wurde im Jahre 1910 die Elektrizitätsversorgung angegliedert. Da die Ausnutzung der größeren Wasserkräfte ein Recht des Staates ist, ist es zu verstehen, daß sich der Staat die rentabelsten Gründungsmöglichkeiten für Wasserkraftanlagen vorbehielt, sodaß heute die größten Wasserkraftwerke in Staatsbesitz sind. Hierzu gehören: das Walchenseewerk und die Elektrizitätswerke der mittleren Isar. Der dort erzeugte Strom kommt durch das Bayernwerk zur Verteilung. Das Bayernwerk überspannt mit seinem Hochspannungsnetz das gesamte rechtsrheinische Gebiet. Leitungsverbindungen bestehen mit dem Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk und mit der Preußischen Elektrizitäts A.G. bei Aschaffenburg. Das Bayernwerk bietet den angeschlossenen Versorgungsgebieten große Vorteile, da das Bayernwerk vermöge seines Wasserkraftstromes in der Lage ist, Spitzenstrom abzugeben. Das Bayernwerk hat sich aber nicht allein zur Stromlieferung mit anderen Versorgungsgebieten zusammengeschlossen, son-

dern auch zum Strombezug, auf den das Bayernwerk dann angewiesen ist, wenn infolge Wassermangels nicht genügend Strom erzeugt werden kann. Dann erfolgt aus Wärmekraftwerken, aus den mitteldeutschen Braunkohlenwerken, eine Strombelieferung an das bayerische Leitungsnetz. Die Benutzungsstundenzahl von 2 180 h der bayerischen Elektrizitätswerke liegt über der durchschnittlichen Höhe (1932, 1822 h), ein Beweis dafür, daß die Elektrizitätswirtschaft Bayerns aus der Verbundwirtschaft einen Nutzen zieht.

Die Elektrizitätswirtschaft in Württemberg.

Aus der Tatsache heraus, daß in Württemberg der Sitz der Klein- und Mittelindustrie ist, erklärt sich die Struktur der württembergischen Elektrizitätswirtschaft. Der vorherrschende Typ des Elektrizitätswerks ist das Kleinkraftwerk, in dem die Energie der zahllosen kleinen Flüsse ausgenutzt wird. In neuester Zeit macht sich die Tendenz zur Vereinheitlichung der Elektrizitätserzeugung bemerkbar, was man aus den Gründungen der drei großen Versorgerwerke: dem Städtischen Elektrizitätswerk Stuttgart, den Oberschwäbischen Elektrizitätswerken und den Elektrizitätswerken an dem Neckar und der Iller bemerken kann. Die Errichtung dieser Werke in Verbindung mit den vom Staat gegründeten Elektrizitätswerken, der Landeselektrizitäts A.G. und der Württembergischen Sammelschienen A.G., die als reine Versorgungsunternehmungen arbeiten und die sog. Wülagleitung unterhalten, haben Württemberg an den heutigen Stand der Elektrizitätswirtschaft herangeführt. Da Württemberg sich erst in den letzten 10 Jahren zu diesen Gründungen entschlossen hat, ist es begreiflich, daß noch immer ein Rückstand in der Elektrizitätswirtschaft gegenüber solchen Staaten besteht, die sich schon früher zu einer Großkraftwirtschaft bekannt haben.

Das Leitungsnetz der Württembergischen Landeselektrizitäts A.G. ist für den Stromaustausch mit Bayern bei Niederstötzingen mit dem Bayernwerk verbunden. Württemberg hat durch eine 220 000 Volt-Leitung des R.W.E. (Rheinisch-Westfälischen-Elektrizitätswerks), die durch Württemberg an die Wasserkräfte nach Vorarlberg führt, seine Verbundwirtschaft erweitern können, da nunmehr außer der Verbindung mit den bayerischen Wasserkräften eine solche mit den niederrheinischen Wärmekraftwerken besteht[31]).

Die Elektrizitätswirtschaft in Baden.

Der Stromaustausch mit der Schweiz wird zum größten Teil aus den badischen Elektrizitätswerken getätigt. Der Vermittler dieses Außenverkehrs

28) „Deutschlands Elektrizitätswirtschaft", van Heys, S. 647 u. S. 687.
29) „Die deutsche Elektrizitätsversorgung", herausgegeben vom Vorstand des deutschen Metallarbeiterverbandes, S. 136.
30) „Die Elektrizitätswirtschaft im Deutschen Reich", Hoppenstedt Berlin, S. 142—219.
31) Aufbau und Entwicklungsmöglichkeiten der europäischen Elektrizitätswirtschaft, Bankhaus Schwarz u. Goldschmidt, S. 169—172.

ist das Badenwerk (siehe S. 38). Das Badenwerk unterhält ein Hochspannungsnetz, das eine Verbindung mit dem Bayernwerk bei Pforzheim und zwischen dem RWE eine Verbindung bei Mannheim herbeiführt.

Der Schwerpunkt der badischen Elektrizitätsversorgung liegt in dem Badenwerk, auch Badische Landes-Elektrizitäts A.G. genannt, dessen Sitz in Karlsruhe ist. An das Hochspannungsnetz des Badenwerks sind außer den bereits genannten Elektrizitätswerken das Kraftübertragungswerk Rheinfelden A.G. und das Kraftwerk Lauffenburg angeschlossen. Beide Werke machen mit dem Badenwerk zusammen die größten Versorgungsunternehmungen Badens aus. Die Organisation innerhalb der badischen Elektrizitätswirtschaft ist auf den Einfluß des Badischen Staates zurückzuführen. Der Staat hat die Elektrizitätswirtschaft nicht nur organisatorisch geleitet, sondern er beteiligte sich selbst an Gründungen; so sind bsplw. folgende Wasserkraftwerke in Staatsbesitz: das Murgkraftwerk, das Schwarzenbachwerk und das Raumünzachwerk. Die Ausnutzung der reichen Wasserkraftvorkommen Badens wurde durch die elektrometallurgische und chemische Industrie gefördert, die nach dem Kriege, wegen des hohen Stromverbrauchs, ihre Werke an die Wasserkraft verlegten.

Die Untersuchung des statistischen Materials, das über die Elektrizitätswirtschaft in Baden veröffentlicht wird, stößt auf Schwierigkeiten, da die Bayerische Pfalz zwar mit Baden in bezug auf die Stromversorgung eine Einheit darstellt, jedoch nach ihren Stromerzeugungsziffern der gebietsmäßig vollkommen getrennt arbeitenden bayerischen Elektrizitätswirtschaft zugerechnet wird. Im Süden Badens ereignet sich außerdem ein teilweiser Uebergriff des schweizerischen Leitungsnetzes auf deutsches Gebiet, was zur Folge hat, daß deutsche Gebietsteile durch Schweizer Werke mit Elektrizität versorgt werden. Die Deutsche Reichsstatistik macht uns hierüber keine Angaben, sodaß wir auf diesen Tatbestand nicht weiter eingehen können.

Der Stromaustausch zwischen Deutschland und Frankreich, wie er aus der Statistik des Außenverkehrs des Deutschen Reiches mit elektrischem Strom auf Seite 37 hervorgeht, wird durch die badischen Elektrizitätswerke bestritten. Es handelt sich um Reparationslieferungen, die an die „Forces Motorices" Mühlhausen, die früheren Oberrheinischen Kraftwerke Mühlhausen, geliefert werden. Auf Grund der vielen Leitungsverbindungen mit anderen Versorgungsgebieten hat sich in der badischen Elektrizitätswirtschaft eine hohe Benutzungsstundenzahl herausgebildet, die in jedem Falle ein Beweis für eine rentable Bewirtschaftung ist.

2. Mitteldeutschland.

Tabelle 24.

Stromerzeugung Mitteldeutschlands:

Gebiet:	Gesamtstrom-erzeugung in 1000 kWh	Aus-nutzung in Stunden	Kraftquellen in % der Gesamtstromerzeugung		
			St. K.	Br. K.	Wasser
Sachsen	1 788 255	1 820 h	13,5	75,0	6,2
Thüringen	193 725	1 220 h	11,3	58,0	1,4
Prov. Sachsen	3 276 534	2 070 h	0,9	95,0	0,5
Braunschweig	96 216	1 460 h	2,0	80,0	6,8
Anhalt	43 727	1 770 h	—	92,0	1,9
Lippe	8 138	1 310 h	66,5	—	6,6
Schaumburg-Lippe	20 429	2 000 h	81,5	—	—
Hessen-Gassau	583 166	1 410 h	28,1	50,5	19,6
Insgesamt:	6 010 190	—	—	—	—

Während in Süddeutschland die Wasserkraft für die Stromerzeugung ausschlaggebend ist, ist es in Mitteldeutschland die Braunkohle. Da die Braunkohle aber, wie aus der Schätzung auf Seite 5 Tabelle 1 hervorgeht, nur noch eine Lebensdauer von ca. 125 Jahren hat, wird dereinst das mitteldeutsche Gebiet von seinem Einfluß für die Energiewirtschaft erheblich einbüßen. Sachsen wird sich diesen Schwierigkeiten entziehen können, da hier neben Braunkohle auch Steinkohle gefunden wird.

Die Elektrizitätswirtschaft in Sachsen.

Träger der Elektrizitätswirtschaft Sachsens sind die A.G. Sächsische Werke, eine Unternehmung, die sich in den Händen des Staates befindet. Mit der A.G. Sächsische Werke arbeitet die Elektra A.G., deren Sitz in Dresden ist, gemeinsam. Der Staat veranlaßte die zahlreichen kleineren Elektrizitätswerke, die sich im Besitz der vorherrschenden Mittelindustrie befinden, zum Strombezug überzugehen und die Eigenanlagen nur noch als Reserveanlagen zu betreiben. Infolge dieser Bestrebungen, die von den Industriewerken aus Wirtschaftlichkeitsgründen unterstützt wurden, hat sich die Elektrizitätserzeugung Sachsens in der Nachkriegszeit auf einige wenige Großkraftwerke konzentriert. Die A.G. Sächsische Werke suchte durch Leitungszusammenschluß einen Ausgleich in der Elektrizitätserzeugung und dem Elektrizitätsverbrauch herbeizuführen. Diesem Zweck dienen Leitungen, die Sachsen nach allen Richtungen hin durchziehen: von Hirschfeld bis in das Gebiet von Plauen, von Böhlen nach Leipzig und von Jena nach Zwickau. In Hof erfolgt der Anschluß des sächsischen Leitungsnetzes an das Bayernwerk, und da andererseits Sachsen mit den Elektrowerken in Verbindung steht, ist durch diese Leitungsverbindung das Bayernwerk an

die mitteldeutsche Braunkohle angeschlossen. So bestehen eine Unzahl von Querverbindungen, die aufzuzählen im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist.

Die Elektrizitätswirtschaft in Thüringen.

Da die Elektrizitätserzeugung nicht zur Bedarfsdeckung ausreicht, ist Thüringen auf den Strombezug angewiesen. In der Belieferung teilen sich im Osten, von Jena ab das Sachsenwerk, im Westen das Großkraftwerk Borken und die Preußische Elektrizitäts A.G. in Thüringen bezieht im allgemeinen aus diesen Werken eine Grundleistung und übernimmt die Deckung des Spitzenstromes mit seinen eigenen Elektrizitätswerken. Die Stromverteilung hat sich Thüringen selbst vorbehalten, sie erfolgt durch das Thüringerwerk, das auch Landeselektrizitätsversorgungs A.G. genannt wird und im Jahre 1925 errichtet worden ist.

Die Elektrizitätswirtschaft in der Provinz Sachsen und in den Ländern Braunschweig und Anhalt.

Die beiden Versorgungsunternehmungen, das Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt A.G. und die Landeselektrizitäts G.m.b.H. in Halle, übernehmen die Elektrizitätsversorgung des von der Provinz Sachsen und den beiden Ländern Braunschweig und Anhalt umschlossenen Gebietes. Verträge mit der Sachsen-Anhalt A.G. sind für die Strombelieferung des mitteldeutschen Gebietes abgeschlossen worden. Die Vereinheitlichung der Stromerzeugung und der Stromverteilung läßt in den hier besprochenen Gebieten viel zu wünschen übrig. Es bestehen eine große Zahl von Stromlieferungsverträgen mit Elektrizitätswerken anderer Länder, deren Untersuchung in diesem Zusammenhang nicht möglich ist.

3. Westdeutschland einschließlich Hessen.

Tabelle 25.

Stromerzeugung Westdeutschlands:

Gebiet:	Gesamtstrom-erzeugung in 1000 kWh	Aus-nutzung in Stunden	Kraftquelle in % der Gesamtstromerzeugung		
			St. K.	Br. K.	Wasser
Rheinprovinz	4 539 855	2 130 h	27,4	57,1	2,0
Westfallen	2 815 264	1 750 h	79,0	—	4,6
Hessen	342 898	2 380 h	76,0	1,2	1,0
Insgesamt:	7 698 017	—	—	—	—

Rheinland und Westfalen weisen den Höchststand der Industrialisierung, die stärkste Bevölkerungsdichte und die höchsten Elektrizitätserzeugungs-

ziffern der bisher besprochenen Versorgungsgebiete auf. Die Stütze der Elektrizitätsversorgung bildet in Westfalen die Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen G.m.b.H. und im Rheinland das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk. Es ist verständlich, daß die Eigenanlagen zu einem großen Prozentsatz an der Gesamtstromerzeugung beteiligt sind. In Westfalen ist der Stromanteil, der auf die Eigenanlagen entfällt, ca. 70%, während im Rheinland nur etwa 40 % auf die Eigenanlagen entfallen. An Brennstoffen werden hauptsächlich Steinkohlen und im Kölner Becken Braunkohlen verwendet; außerdem wird in Westfalen aus Gichtgas 12% der Gesamtstromerzeugung in Eigenanlagen gewonnen. Von den Steinkohlen werden hauptsächlich jene Steinkohlensorten in Wärmekraftwerken verfeuert, die von einer minderen Qualität sind, für die sich also ein Transport auf weite Entfernungen nicht lohnt. Das ist deshalb möglich, da die Elektrizitätswerke in Rheinland und Westfalen unmittelbar an den Kohlenbergwerken errichtet werden können.

Die Elektrizitätswirtschaft in Hessen.

In Hessen sind rein geographisch gesehen für die Entfaltung einer einheitlichen geschlossenen Elektrizitätswirtschaft ungünstige Voraussetzungen; hinzu kommt noch der Mangel an Energiequellen. Hessen sah sich also veranlaßt, zum Strombezug überzugehen. An der Strombelieferung Hessens sind im Süden des Gebietes das RWE und im Norden die Preußische Elektrizitäts A.G. beteiligt. Der hohe Steinkohlenstromanteil ist für ein an Brennstoffen und sonstigen Energiequellen armes Land, wie es Hessen darstellt, charakteristisch, da wie bereits dargelegt wurde, die Steinkohle sich für den Transport am besten eignet.

4. Norddeutschland.

Tabelle 26.

Stromerzeugung Norddeutschlands:

Gebiet:	Gesamtstrom-erzeugung in 1000 kWh	Aus-nutzung in Stunden	Kraftquelle in % der Gesamtstromerzeugung		
			St. K.	Br. K.	Wasser
Oldenburg	10 444	428 h	45,0	—	23,6
Hannover	565 666	1 460 h	54,2	17,6	10,4
Bremen	105 541	1 460 h	56,0	—	39,0
Hamburg	470 273	1 740 h	98,0	—	—
Schleswig-Holstein	280 658	1 250 h	90,0	3,7	2,2
Lübeck	58 786	1 590 h	91,5	—	—
Mecklenburg	64 482	1 570 h	66,0	—	1,5
Brandenburg	1 365 699	1 860 h	5,3	91,0	—
Berlin (Stadt)	908 228	900 h	99,0	—	—
Pommern	358 015	1 770 h	78,5	—	19,7
Insgesamt:	4 187 792	—	—	—	—

Die Elektrizitätswirtschaft Norddeutschlands baut vorwiegend auf der Steinkohle und der Wasserkraft auf. Die Provinz Brandenburg macht eine Ausnahme, da diese noch in ihrem südlichen Teile an die Fundstätten mitteldeutscher Braunkohle grenzt und deshalb einen Teil der Gesamtstromerzeugung aus der Braunkohle gewinnt.

Die bisherigen Versorgungsgebiete, Süd-, West- und Mitteldeutschland hatten ihre starke Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft einer starken Industrialisierung zu verdanken. Norddeutschland hat dagegen vorwiegend Gebiete mit ländlichem Charakter und mit einer schwachen Besiedlung, was die Elektrizitätswirtschaft ungünstig beeinflußte, da der Elektrizitätsbezug demzufolge gering ist. Zu den Gebieten in denen die Landwirtschaft vorherrscht gehören: die Provinz Honnover, Oldenburg, Schleswig-Holstein, Mecklenburg und Pommern. Der Elektrizitätsbedarf beschränkt sich in jenen Gebieten fast ausschließlich auf Haushaltungsstrom und nur zu einem geringen Prozentsatz auf Kraftstrom, nämlich dort, wo die Landwirtschaft zur Anschaffung von Elektromotoren für ihre Betriebe übergegangen ist, selbst dort erfolgt der Strombezug nur kurzzeitig, meistens ausschließlich in der Dreschperiode. Die in der Tabelle 26 aufgeführten Städte haben mit Ausnahme von Bremen, wo eine 40 % ige Wasserkraftnutzung vorhanden ist. eine über 90 % ige Steinkohlenverwertung für die Erzeugung elektrischer Energie. Auffallend ist, daß Berlin eine derart geringe durchschnittliche Benutzungsstundenzahl aufweist, das ist darauf zurückzuführen, daß die Elektrizitätswerke Berlins nur Spitzenstrom erzeugen und deshalb nur zu bestimmten Stunden am Tage in Anspruch genommen werden, während der übrige Strom aus Grundlastwerken bezogen wird.

Der Elektrizitätsbedarf Brandenburgs wird aus den Märkischen Elektrizitätswerken, die im Besitz der öffentlichen Hand sind, geliefert. Der hohe Braunkohlenstromanteil Brandenburgs geht auf das Braunkohlenkraftwerk Finkenherd zurück, das südlich von Frankfurt an der Oder liegt und den größten Anteil der Gesamtstromerzeugung der Märkischen Elektrizitätswerke auf sich vereint. Die Versorgung des norddeutschen Gebietes wird außer von den Märkischen Elektrizitätswerken von der Preußischen Elektrizitäts A.G. übernommen, deren größtes Werk das Braunkohlenkraftwerk Borken ist.

Die Stromversorgung des Freistaates Hamburg erfolgt durch die Hamburger Elektrizitätswerke, die neben den Berliner Elektrizitätswerken das zweitgrößte Kommunalelektrizitätswerk Deutschlands sind. Weitere Kraftwerke, die für die Versorgung Norddeutschlands arbeiten sind: die Ueberlandzentrale Pommern A.G. und das Großkraftwerk Stettin.

5. Ostdeutschland.

Tabelle 27.

Stromerzeugung Ostdeutschlands.

Gebiet:	Gesamtstrom-erzeugung in 1000 kWh	Aus-nutzung in Stunden	Kraftquellen in % der Gesamtstromerzeugung		
			St. K.	Br. K.	Wasser
Prov. Ostpreußen	258 342	1 980 h	79,0	—	18,6
Grenzm. Westpreuß.	17 593	240 h	38,0	—	59,0
Niederschlesien	677 753	1 490 h	67,4	14,5	16,5
Oberschlesien	618 065	2 680 h	92,0	—	1,0
Insgesamt:	1 571 753	—	—	—	—

Der Landschaftscharakter Norddeutschlands setzt sich nach Osten weiter fort; landwirtschaftliche Betätigung der Bevölkerung bei einer dünnen Besiedlung sind seine Hauptmerkmale. In neuester Zeit sind erst unter starker finanzieller Beteiligung von öffentlichen Körperschaften diese Gebiete der Stromzuleitung erschlossen worden, da der geringe Stromabsatz bisher eine nur geringe Verdienstmöglichkeit erlaubte.

In Oberschlesien bestehen wie in West- und Mitteldeutschland für die Stromerzeugung günstigere Voraussetzungen, da die Industrialisierung in Verbindung mit einer dichteren Bevölkerung pro qkm, bessere Absatzmöglichkeiten für den elektrischen Strom bieten. Die Stromversorgung Schlesiens erfolgt durch zwei große Elektrizitätswerke, die Schlesische Elektrizitäts- und Gas-A.G. und die Elektrizitätswerke Schlesien A.G. Der übrige Strombedarf wird durch das Fernleitungsnetz der Elektrowerke gedeckt.

Ostpreußen, die Grenzmark und Niederschlesien sind Ihrer Struktur nach vorwiegend Gebiete mit geringerer Bevölkerungszahl und landwirtschaftlichem Charakter; da diese Gebiete außerdem wenig Kraftquellen haben, ist man größtenteils zum Strombezug übergegangen, der aus den Elektrowerken und der Preußischen Elektrizitäts A.G. erfolgt. Mit Ausnahme des Ostpreußenwerks, das die einheimischen Wasserkräfte zur Stromerzeugung ausnutzt, sind keine nennenswerten öffentlichen Elektrizitätswerke in jenen Gebieten anzutreffen.

VI. Abschnitt: Kritik an einigen statistischen Feststellungen und einige Verbesserungsvorschläge.

1. Ausnutzung der installierten Maschinenleistung, berechnet nach den Angaben über die Höchstbelastung der Erzeugermaschinen.

Auf der Seite 23 wurde bereits über die Ausnutzung von Kraftwerken berichtet. Dabei wurde festgestellt, daß es üblich ist, die Ausnutzung entweder in Stunden oder in einem Verhältnis, in % zur möglichen Leistung auszudrücken, in dem sog. Ausnutzungsfaktor. Die Berechnung dieser beiden Werte kann, da ein Beispiel durchgerechnet worden ist, als bekannt vorausgesetzt werden. Die Benutzungsstundenzahl erhielt man dadurch, daß man die maximale Jahresarbeit durch die installierte Maschinenleistung dividierte. Die so erhaltene Zahl, stellt aber nicht die Stundenzahl dar, in der das Elektrizitätswerk wirklich beschäftigt war, da das zur Voraussetzung hätte, daß die gesamte installierte Maschinenleistung dauernd beansprucht worden wäre. Da die gesamte installierte Maschinenleistung sich aus der jeweiligen Normalleistung einschließlich der Reserveleistung zusammensetzt, ist es verständlich, daß zum mindesten die Reserveleistung von der Gesamtmaschinenleistung in Abzug gebracht werden müßte, da die Reserveleistung eine ganz außerordentlich geringe Zeit benötigt wird. Wir erkennen also, daß die installierte Maschinenleistung in dieser Höhe, nämlich mit der gesamten Installation, nicht zur Berechnung der Benutzungsstundenzahl in die Rechnung eingesetzt werden darf. Welche Aenderung zur Erzielung eines besseren Ergebnisses vorgeschlagen werden kann, wird in den nun folgenden Darlegungen behandelt.

Im Jahre 1928 wurde von dem Deutschen Statistischen Reichsamt eine Ermittlung vorgenommen, die eine Verbesserung gegenüber der bisherigen Berechnung der Benutzungsstundenzahl der installierten Maschinenleistung darstellt. Das Statistische Reichsamt benutzte nicht wie es bisher der Fall war, die gesamte installierte Leistung, um die Benutzungsstundenzahl zu errechnen, sondern einen Wert, der sich aus der Summierung der Höchstleistungen ergab. Das Deutsche Statistische Reichsamt ließ sich zu diesem Zwecke die Höchstleistungen mitteilen, das sind die Leistungen, die als maximale Jahresleistung ermittelt wurden, und summierte diese in sämtlichen Versorgungsgebieten auf. Diese Höchstleistungen erreichten nicht die maximal installierte Leistung, da bsplw. im Jahre 1928 die installierte Leistung 6,0 Mill. kW betrug, hingegen wurden durch die Summation der Höchstleistungen nur ein Wert von 4,5 Mill. kW erreicht. Wie groß die Benutzungsstundenzahl ist, die sich unter Zugrundelegung der beiden Installationsbeträge ergibt, kommt in der nun folgenden Tabelle zum Ausdruck.

Tabelle 28.

Berechnung der Benutzungsstundenzahl der installierten Maschinenleistung:

Stromerzeugung der öffentlichen E.-Werke in Mill. kWh	Gesamte installierte Maschinenleistung in Mill. kW	Ausnutzung in Stunden	Ausnutzung in %
14 145	6,0	2 357	27
Stromerzeugung der öffentlichen E.-Werke in Mill. kWh	**Höchstbelastung aus den Versorgungsgebieten summiert in Mill. kW**	**Ausnutzung in Stunden**	**Ausnutzung in %**
14 145	4,5	3 140	36

Die Differenz der Beträge über die installierte Maschinenleistung beträgt: 6,0 — 4,5 = 1,5 Mill. kW, d. s. 25% der gesamten installierten Leistung. Dieser Betrag von 1,5 Mill. kW ist also im Jahre 1928 nicht ausgenutzt worden und kann somit als Reserveleistung angesehen werden. Das Ausnutzungsverhältnis hat sich nach der zweiten Rechnungsart von 27% auf 36% verbessert. Es ist verständlich, daß die Berechnung des Ausnutzungsverhältnisses nach der zweiten Methode besseren Aufschluß über die tatsächlichen Verhältnisse der Elektrizitätswirtschaft geben; außerdem bietet sich uns durch diese Rechnungsart die Möglichkeit, jeweils die Reserveleistung für einen bestimmten Zeitraum berechnen zu können, was für Neuinvestierungen an installierter Maschinenleistung von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Mein Vorschlag geht dahin, daß die Deutsche Reichsstatistik möglichst alljährlich beide Erhebungen, also sowohl die über die gesamte installierte Leistung als auch über die tatsächlich aufgetretenen Höchstleistungen, durchführen möge, sodaß es möglich wird, nach beiden Verfahren das Ausnutzungsverhältnis der installierten Maschinenleistung bestimmen zu können.

2. Die Stromerzeugung der Monatsstatistik läßt nicht ohne weiteres auf einen konjunkturellen Fortschritt schließen:

Zweck und Verwendung der Monatsstatistik wurde bereits auf Seite 35 ff. behandelt; die Aufgabe der nun folgenden Darlegungen besteht darin, festzustellen, inwieweit die Monatstatistik geeignet ist, als Maßstab für die konjunkturelle Entwicklung verwendet werden zu können.

Die Veröffentlichungen der Monatsstatistik stammen aus 122 Werken; in dieser Summe sind sowohl Eigenanlagen wie öffentliche Elektrizitätswerke enthalten; die Werke erzeugen im Jahresverlauf etwa die Hälfte der Ge-

samtstromerzeugung Deutschlands. Die Abweichungen der Angaben der Monatsstatistik von den Angaben des Jahresstatistik wurden auf der Seite 36 Tabelle 17 festgestellt; darüber hinaus besteht noch eine weitere Ungenauigkeit innerhalb der Monatsstatistik, auf die hier besonders hingewiesen werden soll.

Diese 122 Werke, die der Beurteilung zu Grunde liegen, bleiben ihrer Zusammensetzung nach gleich. Da aber in vielen Werken außer einer Stromerzeugungszunahme, die durch ein Ansteigen der Stromnachfrage sich ereignet, zuweilen auch eine Stromerzeugungszunahme durch eine Erweiterung des Versorgungsgebietes stattfindet, ist es erforderlich, daß, sofern letzteres zutrifft, darüber berichtet wird. Ersehen wir an Hand der Monatsstatistik, daß eine Zunahme der Stromerzeugung eingesetzt hat, so müssen wir zunächst feststellen, ob diese Erzeugungszunahme die Annahme berechtigt, daß ein Ansteigen der Konjunktur erfolgt ist, oder ob lediglich durch Absorbierung der Versorgungsgebiete von kleineren Elektrizitätswerken, sich eine Stromerzeugungszunahme ereignet hat. Die Deutsche Reichsstatistik gibt uns hierüber keinerlei Aufschlüsse, sodaß wir diesen Tatbestand nicht klären können[32]).

Bei einer konsequent durchgeführten statistischen Erhebung müßte diesem Fehler Rechnung getragen werden, der darin besteht, daß man eine Stromerzeugungszunahme als Zeichen einer aufsteigenden Konjunktur bezeichnen kann, obwohl der Grund für die Erzeugungszunahme auf einem anderen Gebiet zu suchen ist, nämlich darin, daß die Erzeugungszunahme auf einer Erweiterung des Versorgungsgebietes beruht.

32) „Zahlenmäßige Entwicklung und Bedeutung der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland", auf Grund statistischer Unterlagen von Dipl.-Ing. Schraeder, VDEW, Zeitschrift die Elektrizitätswirtschaft, 1929/30, Nr. 513, S. 377 ff.

Schluß.

A. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

Es konnte festgestellt werden, daß die deutsche Elektrizitätswirtschaft mit deutschen Kraftquellen ihren Energiebedarf zu decken vermag. Die festen Brennstoffe, besonders Steinkohle und Braunkohle, haben unter den Kraftquellen für die Elektrizitätserzeugung die größte Bedeutung erlangt, da, wie aus der Tabelle 6 Seite 13 hervorgeht, 74 % der Gesamtstromerzeugung darauf entfallen. Vorratsschätzungen auf Tabelle 1 Seite 5 haben ergeben, daß die Braunkohle noch ca. 125 Jahre und die Steinkohle noch annähernd 500 Jahre unter Zugrundelegung der heutigen Fördermenge für den deutschen Energiebedarf ausreichen. Da die Elektrizitätswirtschaft an dieser Fördermenge inbezug auf Braunkohle nur mit 14% und was Steinkohle anbelangt nur mit 5,4% an dem Kohlenverbrauch der im Handel befindlichen Kohle beteiligt ist (Tabelle 2 S. 5), kann man folgern, daß bei einer evt. Verknappung der Brennstoffe, die dann eintritt, wenn die Fundstellen nicht mehr so ergiebig sind als bisher. Einsparungen bei anderen Verbrauchergruppen gemacht werden können, die der Elektrizitätswirtschaft zu ihrer Weiterführung verhelfen würden. Die Wasserkraft wurde besonders eingehend behandelt, da hierüber oft falsche Vorstellungen vorhanden sind, die dadurch entstehen und begünstigt werden, daß die Vorratsschätzungen auf Seite 10 Tabelle 3 ergeben haben, daß mit der Wasserkraft der gesamte Elektrizitätsbedarf Deutschlands erzeugt werden könnte. Das hat aber den vollständigen Ausbau der vorhandenen Wasserkraftvorräte zur Voraussetzung. Selbst wenn heute nur 17% der Gesamtstromerzeugung Deutschlands auf die Wasserkraft entfallen, müssen wir dieses Ergebnis schon als günstig bezeichnen, da ein vollkommener Ausbau der Wasserkräfte, wegen der zu erwartenden Unwirtschaftlichkeit der Anlagen, nicht in Frage kommen wird.

Die Art, wie die Wasserkraft innerhalb der Kraftwerksanlage verwendet wird, wurde in einem Schema auf Seite 8 erläutert. Die Unterscheidung in Laufwerke und Spitzenwerke, in Kraftwerke mit und ohne Speicher wurde erläutert, da nur so ein Ueberblick über die mannigfache Verwendungsmöglichkeit der Wasserkraft gegeben werden konnte. Innerhalb der Betrachtung der Kraftquellen, habe ich auch auf die Abfallwirtschaft hingewiesen, die in der Energiewirtschaft eine große Bedeutung erlangt hat. Abgas, sog. Gichtgas und Abwärme, die dabei in Betracht kommen, zeichnen sich vor allen anderen Kraftquellen durch ihre Billigkeit aus. Der Nachteil bei ihrer Verwendung liegt darin, daß die Kraftanlage örtlich gebunden ist und daß sie jeweils nur soviel Energie zur Verfügung hat, als in dem Hauptproduktionsprozeß anfällt. Die einzige Kraftquelle, die von dem Ausland für die Elektrizitätswirtschaft bezogen werden muß, ist das Oel, da aber Oel nur mit 0,7 % an der Gesamtstromerzeugung Deutschlands beteiligt ist, können bei Einfuhrschwierigkeiten keine nennenswerten Nachteile entstehen. Bei der Besprechung dieser Kraftquelle — des Oels — wurde auf die Lager bituminösen Schiefers in Nord- und Süddeutschland hingewiesen, die in

Notzeiten als Energiebedarfsdeckung in der Elektrizitätswirtschaft verwendet werden können.

In dem Abschnitt über Kraftmaschinen wurden nur solche Kraftmaschinen betrachtet, die zum Antrieb von Generatoren verwendet werden. Analog der Verwendung von festen Brennstoffen in der Elektrizitätswirtschaft vereinigen die Dampfkraftmaschinen auf sich, siehe Tabelle 6 Seite 13, 76,5 % der Gesamtstromerzeugung. Unter den Dampfkraftmaschinen unterscheidet man die Kolbendampfmaschine und die Dampfturbine. Die Dampfturbine weist größere Einzelleistungen auf und ist infolgedessen in der Lage, größere Generatoren anzutreiben. Aus der Tabelle 7 Seite 16 ist zu ersehen, daß die Dampfturbine 62,3 % der gesamten Generatorenleistung auf sich vereint, während die Kolbendampfmaschine nur 15,7 % der Generatorenleistung bewältigt. Die Wasserkraft, die in Wasserrädern und in der Wasserturbine in mechanische Kraft umgewandelt wird, erzeugt ihre größten Leistungen mit der Wasserturbine, die mit 13,2 % an der gesamten Generatorenleistung beteiligt ist. Wenn auch das Oel als Kraftquelle nur mit 0,7 % an der Gesamtstromerzeugung beteiligt ist, so macht doch die installierte Leistung der Generatoren, die mit dem Diesel angetrieben werden, 2,7 % der gesamten Generatorenleistung aus. Die Ergebnisse der Kraftmaschinenstatistik, die von dem Statistischen Reichsamt veröffentlicht werden, haben in jeder Weise den Fragenzusammenhang, der sich mit den Kraftmaschinen als Antriebsmaschinen für Generatoren beschäftigte, zu klären vermocht.

Die Entwicklung des Elektrizitätswerkes wurde weniger von der Begrenztheit der mengenmäßigen Elektrizitätsherstellung als durch die Schwierigkeit, Elektrizität auf weite Entfernungen übertragen zu können, beeinflußt. Die Einführung des Drehstroms und die Zunahme der Uebertragungsspannung haben erst zu der Vergrößerung der Kraftwerke beigetragen, da nunmehr von einer Zentrale ein größeres Versorgungsgebiet beliefert werden konnte. Auf der Tabelle 9 Seite 19 konnte festgestellt werden, daß die Eigenanlagen gegenüber den öffentlichen Elektrizitätswerken eine Einbuße an der Elektrizitätserzeugung erlitten haben. Eine Untersuchung dieser Tatsache ergab, daß Eigenanlagen nur in zwei Formen innerhalb der Industrie sich zu halten vermögen: dann, wenn Eigenanlagen mit Abfallenergie betrieben werden oder wenn der Stromverbrauch der von der Eigenanlage belieferten Industrie sehr groß ist bsplw. in allen elektrometallurgischen Werken, so daß schließlich die Industrie und damit die Eigenanlage an die Kraftquelle selbst verlegt wird, um eine billige Stromerzeugung zu gewährleisten. Alle übrigen Eigenanlagen arbeiten mit geringen Ausnahmen gegenüber öffentlichen Elektrizitätswerken unwirtschaftlich und werden deshalb mit der Zeit ihren Betrieb einstellen müssen. Die Industrien, die zum Strombezug aus öffentlichen Werken übergehen, werden in diesem Falle wirtschaftlicher arbeiten können. Eigenanlagen, die mit festen Brennstoffen betrieben werden, sind zum Teil auf den Bezug von Steinkohle übergegangen, (siehe hierzu Tabelle 10 Seite 21). Steinkohle eignet sich von allen festen

Brennstoffen für den Transport am besten, da sie bei niedrigstem Gewicht den höchsten Heizwert hat. In öffentlichen Elektrizitätswerken ist die Steinkohle nicht so stark an der Stromerzeugung beteiligt, da öffentliche Elektrizitätswerke vorwiegend mit der Braunkohle oder mit der Wasserkraft arbeiten. Oeffentliche Elektrizitätswerke können sich eine größere Freizügigkeit in der Erstellung der Anlage erlauben, da sie sich nur nach einem Rohstoff, der Kraftquelle zur Erzeugung der elektrischen Energie, zu orientieren brauchen, während Industriebetriebe mit ihren Eigenanlagen von mehreren Faktoren bestimmt werden, die den Ort der Errichtung zur Bedingung machen, diese Faktoren sind in den seltensten Fällen so miteinander abgestimmt, daß der Standort zu Gunsten der Stromerzeugung gewählt wird. Die Ausnutzung der Kraftwerke hat ergeben, daß Eigenanlagen gegenüber öffentlichen Elektrizitätswerken (siehe hierzu Tabelle 12 u. 13 Seite 23 u. 24) eine höhere Benutzungsstundenzahl aufweisen. Hierzu muß bemerkt werden, daß nur solche Eigenanlagen in diese Betrachtung einbezogen werden, die einen hohen Strombedarf haben und deren Industrie zum kontinuierlichen Arbeiten, infolge der Eigenart des Produktionsprozesses, gezwungen ist.

Die Mittel, die zur Deckung des ungleichen Strombedarfs in Ermangelung einer Speicherung der Elektrizität angewendet werden, sind sehr verschieden. Gegenüber der Möglichkeit Elektrizität in Akkumulatoren und Dampf in Dampfspeichern aufzuspeichern, eignet sich die Wasserspeicherung noch am besten, da einerseits Akkumulatoren nur sehr begrenzte Elektrizitätsmengen zu speichern vermögen und eine Dampfspeicherung in Ruthsspeichern mit großen Energieverlusten verbunden ist. Zur Deckung der hohen Verbrauchsspitzen trägt heute die Verbundwirtschaft erheblich bei; sie wurde unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung, die sie in der Elektrizitätswirtschaft hat, eingehend besprochen. Es erwies sich als notwendig, eine Begriffsbestimmung des Ausdrucks Verbundwirtschaft vorzunehmen. Da eine Abgrenzung der Verbundwirtschaft bisher noch nicht vorgenommen wurde, ist die auf der Seite 26 erfolgte Unterteilung der Verbundwirtschaft in Verbundbetrieb, Austauschwirtschaft und Außenverkehr eine Neueinführung. Da durch diese Nomenklatur der gesamte Fragenkomplex, der mit der Verbundwirtschaft zusammenhängt erfaßt wird, verdient diese Begriffsdefinierung beachtet zu werden.

Die Untersuchung der Besitzverhältnisse der öffentlichen Elektrizitätswerke und der Eigenanlagen hat ergeben — siehe Seite 18 Tabelle 8 und Seite 23 Tabelle 12 —, daß öffentliche Elektrizitätswerke vorwiegend in öffentlicher Hand und nur zu einem kleinen Teil in Privathand sich befinden. Eigenanlagen sind dagegen zu ca. 90 % in Privatbesitz, während die gemischtwirtschaftliche Unternehmungsform nur mit etwa 8 % an der Stromerzeugung der Eigenanlagen beteiligt ist. Aus diesen Betrachtungen heraus konnte ersehen werden, daß innerhalb der öffentlichen Elektrizitätswerke die Sozialisierungsmaßnahmen, die eine Verstaatlichung der Elektrizitätswirtschaft zum Ziele hatten, sich nicht durchgesetzt haben. Die

Sozialisierungsbestrebungen wurde von den Privatwerken und den Ländern stark bekämpft, da mit der Durchführung der Sozialisierungsgesetzgebung das Privateigentum und die Gewerbefreiheit in der Elektrizitätswirtschaft aufgehoben worden wären.

Die Stromerzeugung hat laut Tabelle 14 auf Seite 33 innerhalb der öffentlichen Elektrizitätswerke vom Jahre 1900 bis zum Jahre 1929 einen ununterbrochenen Aufstieg erfahren. Ueber die Stromerzeugung der Eigenanlagen liegen uns nur Ergebnisse der Deutschen Reichsstatistik vor, die erst vom Jahre 1925 an datieren. Zur besseren Veranschaulichung des Entwicklungsganges wurde die Form des Kettenindexes gewählt. Diese Darstellungsart läßt die Zunahme der installierten Maschinenleistung und der Elektrizitätserzeugung leicht erkennen. Da bis zu dem Zeitpunkt der Anfertigung dieser Arbeit noch keine Ergebnisse über die Stromerzeugung aus den Jahren 1933 und 1934 vorlagen, wurden von mir hierüber Schätzungen angestellt, die sich mit Hilfe von Unterlagen der Monatsstatistik durchführen ließen. Bei dieser Gelegenheit wurde überprüft, inwieweit die Monatsstatistik für solche Vorausberechnungen verwendet werden kann und wie groß die Fehler sind, die sich bei einem Vergleich mit der Jahresstatistik des Statistischen Reichsamts inbezug auf die jährliche Stromerzeugung Deutschlands ergeben. Der durchschnittliche Fehler, den hierbei die Angaben der Monatsstatistik gegenüber denen der Jahresstatistik aufweisen, konnte (Tabelle 17 Seite 36) mit 11 % berechnet werden.

Der Außenverkehr des Deutschen Reiches mit elektrischem Strom macht innerhalb der Gesamtstromerzeugung Deutschlands noch keine 2 % aus. Das ist ein Beweis dafür, daß Deutschland in der Lage ist, mit eigenen Elektrizitätswerken seinen Gesamtstrombedarf zu decken. Unter Zuhilfenahme der Deutschen Reichsstatistik, die uns über den Strombezug und die Stromabgabe der einzelnen Länder, die mit Deutschland elektrizitätswirtschaftliche Verflechtungen eingegangen sind, Angaben macht, konnten interessante Beobachtungen angestellt werden. In Zukunft ist nicht zu erwarten, daß die Verflechtungen der Deutschen Elektrizitätswirtschaft mit anderen Staaten das heutige Maß übersteigen werden, erst recht werden die Pläne, die Dr. Ing. Oliven über die Durchführung einer europäischen Elektrizitätswirtschaft (siehe Seite 38 ff.) nicht ausgeführt werden, da eine zu starke Bindung der Energiegrundlage mit anderen Staaten, bei den gegebenen politischen Zuständen zwischen den Nationen Europas, nicht ratsam erscheint.

Der Stromverbrauch und die Stromerzeugung stehen in engstem Zusammenhang, da die erzeugte Energie in jedem Augenblick, in Ermangelung einer geeigneten Speichermöglichkeit, abgesetzt werden muß. Der Unterschied zwischen der Stromerzeugung und dem Stromverbrauch besteht allein darin, siehe Seite 41 ff., daß die Stromerzeugung um den Betrag größer ist, der durch die Fernleitung der Elektrizität an Verlusten entsteht. Der hohe Einfluß des Industriestromverbrauchs konnte an Hand statistischer Erhebungen, siehe Seite 41 die von der Deutschen Reichsstatistik und der Reichsverbandsstatistik stammen, mit 72,5 % für das Jahr 1931 festgestellt

werden. Auffällig gering waren bei den Verbrauchern, die dem öffentlichen Leitungsnetz angeschlossen sind, die Benutzungsstunden des Anschlußwertes. (Tabelle 21, Seite 42.) Diese Tatsache wurde untersucht mit dem Ergebnis, daß die geringen Benutzungsstunden zum großen Teil auf die Eigenart des Anschlußwertes selbst zurückzuführen sind. Selbst eine noch so billige Stromverrechnung würde über dieses Mißverhältnis, das zwischen dem Anschlußwert und der abgegebenen bzw. bezogenen Strommenge besteht, nicht hinweghelfen. Die Elektrizitätswirtschaft braucht Tarife, die den Verbrauch so beeinflussen, daß die Belastungstäler gehoben und die Belastungsspitzen abgetragen werden. An Hand von Beispielen wurde gezeigt, wie sich die Tarife entwickelt haben. Hierbei sind die wesentlichen Tarife besprochen worden, so daß der Leser die Schwierigkeiten, die mit der Tarifgestaltung zusammenhängen, erkennen konnte und in der Lage ist, an Hand der aufgeführten Normen andere Tarife zu verstehen.

Die deutsche Elektrizitätswirtschaft ist in dichtbesiedelten und industriereichen Gegenden in ihrer Entwicklung am weitesten fortgeschritten. Von dem Zeitpunkt an, als sich der Staat und andere öffentliche Körperschaften an der Elektrizitätswirtschaft finanziell beteiligten, konnten auch solche Bezirke der Elektrizitätswirtschaft erschlossen werden, die auf Grund eines nur geringen Strombedarfs auf den Elektrizitätsbezug bisher verzichten mußten. Hierzu gehören abgelegene Gebiete und Gebiete mit einer nur kleinen Bevölkerungszahl. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Versorgung Deutschlands mit elektrischer Energie fast restlos, selbst bis in die entlegensten Gebiete, durchgeführt worden ist. Das statistische Material das zur Beurteilung der Elektrizitätswirtschaft in den einzelnen deutschen Ländern benutzt wurde, hat sehr dazu beigetragen, einen Ueberblick über den Stand der deutschen Elektrizitätswirtschaft zu vermitteln. Besondere Beachtung gebührt der Tabelle 22 auf Seite 46, die eine Zusammenstellung der Elektrizitätserzeugung von 5 großen Versorgungsgebieten Deutschslands bringt, und die den prozentualen Anteil der einzelnen Versorgungsgebiete an der Gesamtstromerzeugung Deutschlands enthält.

In dem Abschnitt „Kritik an einigen statistischen Feststellungen und einige Verbesserungsvorschläge“ habe ich mich zunächst mit der Ausnutzung von Elektrizitätswerken befaßt. Im Verlauf dieser Darlegungen machte ich den Vorschlag, die Ausnutzung der Kraftwerke nicht wie bisher üblich durch die einfache Division der erzeugten Jahresarbeit durch die gesamte installierte Leistung anzugeben, sondern daß man anstelle der gesamten installierten Leistung nur den Betrag einsetzt, der sich aus der Summe der Höchstleistungen aller Versorgungsgebiete ergibt. Ich konnte nachweisen, daß es auf diese Weise möglich wird, die Reserveleistung leicht zu ermitteln. Das Beispiel aus dem Jahre 1928 (Tabelle 28, Seite 56), in dem die Deutsche Reichsstatistik sich erstmalig mit diesem Problem befaßte, zeitigte das Ergebnis, daß bei den öffentlichen Elektrizitätswerken 25 % Reserveleistung vorhanden war. Soweit ich in Erfahrung bringen konnte, macht jedes Elektrizitätswerk von dieser Berechnung der Ausnutzung seiner in-

stallierten Maschinenleistung Gebrauch; es wäre daher für die Deutsche Reichsstatistik mit nur geringen Mehrkosten verbunden, wenn alljährlich eine Umfrage über die Höchstleistungen stattfinden würde; so könnte meine Anregung verwirklicht werden.

Die Monatsstatistik, die von dem Statistischen Reichsamt veröffentlicht wird, wurde besonders eingehend auf ihre Verwendbarkeit hin untersucht. Auf der Tabelle 17 Seite 36 konnte festgestellt werden, daß die Angaben der Monatsstatistik über die Stromerzeugung im Jahresdurchschnitt etwa 11 % der Gesamtstromerzeugung gegenüber der Jahresstatistik zuviel anzeigt. Nicht allein diese Ungenauigkeit konnte der Monatsstatistik nachgewiesen werden, sondern es wurde auch (Seite 56 und ff.) festgestellt, daß die Monatsstatistik keine einwandfreien Ergebnisse liefert, sodaß man daraus die konjunkturelle Entwicklung innerhalb der Elektrizitätswirtschaft bestimmen könnte. Diese Ungenauigkeit ist darauf zurückzuführen, daß das Statistische Reichsamt es unterläßt, eine Befragung bei den der Monatsstatistik zugrundeliegenden Werken anzustellen, ob eine Erweiterung ihres Versorgungsgebietes stattgefunden hat und ob etwa dadurch eine Stromerzeugungszunahme hervorgerufen wurde. Ich schlug vor, daß eine derartige Befragung vorgenommen wird, da hierdurch Trugschlüsse in der Konjunkturbeurteilung vermieden werden können.

B. Das Problem der Landesverteidigung insbesondere für die Elektrizitätswirtschaft:

In neuester Zeit wird ein Problem wieder akut, dem man lange Zeit hindurch nicht die erforderliche Beachtung gezollt hat. Es handelt sich um die Landesverteidigung. Die Frage, die hier beantwortet werden muß, lautet etwa: „Wie ist es möglich, die Elektrizitätswirtschaft im Kriegsfall sicher und störungsfrei aufrecht zu erhalten?“ Hier können wir von vornherein feststellen, daß die Beschränkung der Elektrizitätserzeugung auf einige wenige Großkraftwerke sich für den Kriegsfall ungünstig auswirkt, da feindliche Flugzeuge durch Bombenabwürfe unsere gesamten Elektrizitätswerke in kurzer Zeit vernichten könnten. Es muß also danach getrachtet werden, daß der Bau von sog. Mammutwerken in Zukunft unterbleibt, und daß die Stromerzeugung nach Möglichkeit in kleineren und mittelgroßen Werken erfolgt, damit bei einer Vernichtung einzelner Werke, die Gesamtstromerzeugung nicht zum Erliegen kommt. In verantwortlichen Kreisen werden heute schon darüber Pläne aufgestellt, wie durch eine Austauschwirtschaft bei dem Ausfall eines Werkes die Ersatzstrombelieferung aus anderen Werken erfolgen kann, so daß die Aufrechterhaltung lebenswichtiger Betriebe gesichert bleibt. Eine andere Möglichkeit, der Vernichtung von Elektrizitätswerken durch Bombenflugzeuge vorzubeugen, ist die Tarnung der Elektrizitätswerke gegen Fliegersicht; das läßt sich aber nur in den seltensten Fällen bei bereits vorhandenen Werken vollkommen durchführen. Die Tarnung der Werke ist vielmehr eine Angelegenheit, die bei dem Bau des Elektrizitätswerkes schon berücksichtigt werden muß.

Lebenslauf.

Am 7. Dezember 1907 wurde ich als Sohn des Werkmeisters Georg Kolling in Algringen (Lothr.) geboren. Von 1914—1922 besuchte ich die Volksschule und erlernte dann das Schlosserhandwerk bei der Firma Schiess-Defries A.G. Düsseldorf. Nach beendeter vierjähriger Lehrzeit bestand ich im Frühjahr 1926 auf Grund privater Studien die Aufnahmeprüfung in die Obersekunda der Lessing-Oberrealschule zu Düsseldorf und legte dort im Jahre 1929 meine Reifeprüfung ab. Nach einer Praktikantentätigkeit von einigen Monaten bezog ich im Wintersemester 1929 die Technische Hochschule zu Darmstadt wo ich nach achtsemestrigem Studium meine Abschlußprüfung als Diplomingenieur des allgemeinen Maschinenbaues mit gut bestand. Hieran anschließend wurde ich kürzere Zeit bei Herrn Professor Dr.-Ing. H. Voigt in dem von ihm geleitete Wärmetechnischen Institut der T.H. Darmstadt mit kleineren Versuchsarbeiten beschäftigt. Seit dem Sommersemester 1934 studiere ich an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität zu Frankfurt am Main Volkswirtschaft.

Erich Kolling.